

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Хакасский технический институт – филиал СФУ
институт

Строительство
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ Г.Н. Шибаева
подпись инициалы, фамилия
« ____ » _____ 2020 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Исследование конструктивных и технологических особенностей при развитии
подземного пространства (на примере торгового центра «Саяны»)
тема

08.04.01 Строительство

код и наименование направления подготовки

08.04.01.03 «Теория и проектирование зданий и сооружений»

код и наименование магистерской программы

Научный руководитель	_____	к.т.н., доцент	О.З. Халимов
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия
Выпускник	_____		В.М. Коптев
	подпись, дата		инициалы, фамилия
Рецензент	_____	ген.дир. ОАО «Саяны»	Добровольский А.А.
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия
Нормоконтролер	_____	к.т.н., доцент	Г.Н. Шибаева
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия

Абакан, 2020

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЗАВЕДУЮЩЕГО КАФЕДРОЙ О ДОПУСКЕ МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ К ЗАЩИТЕ

ВУЗ (точное название) Хакасский технический институт – филиал

ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»

Кафедра Строительство

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Заведующего кафедрой Строительство

(наименование кафедры)

Шибасовой Галины Николаевны

(фамилия, имя, отчество заведующего кафедрой)

Рассмотрев магистерскую диссертацию студента группы № 38-3

Коптева Виталия Михайловича

(фамилия, имя, отчество студента)

выполненную на тему: «Исследование конструктивных и технологических особенностей при развитии подземного пространства (на примере торгового центра «Саяны»)»

по реальному заказу

(указать заказчика, если имеется)

с использованием ЭВМ: Microsoft Office Word 2016, Microsoft Office Excel 2016, AutoCAD 2016, SCAD

(название задачи, если имеется)

Положительные стороны работы: исследована тематика создания подземного пространства в существующих зданиях. Разработана технология создания подвала на примере существующего здания. Проведены эксперименты для определения размеров временных несущих конструкций бетонных полов, произведен эксперимент по определению прочностных характеристик бетона. Произведены расчеты конструктивных элементов балочной клетки. Составлен поэтапный план работ по созданию подвального этажа.

в объеме _____ листов магистерской диссертации, отмечается, что работа выполнена в соответствии с установленными требованиями и допускается кафедрой к защите.

Зав. кафедрой Г.Н. Шибасова

«___» _____ 2020 г.

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Хакасский технический институт – филиал СФУ
институт
Строительство
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
Г.Н. Шибаева
подпись инициалы, фамилия
«_____» _____ 2020 г.

**ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ**

В форме: магистерской диссертации
(бакалаврской работы, дипломного проекта, дипломной работы, магистерской диссертации)

Студенту Коптеву Виталию Михайловичу
(фамилия, имя, отчество студента)

Группа 38-3 Направление (специальность) 08.04.01
(код)

Теория и проектирование зданий и сооружений
(наименование)

Тема выпускной квалификационной работы: Исследование конструктивных и технологических особенностей при развитии подземного пространства (на примере торгового центра «Саяны»)

Утверждена приказом по университету _____

Руководитель МД О.З. Халимов к.т.н., доцент.

Исходные данные для МД Теоретические и практические исследования создания подземного пространства в существующих зданиях

Перечень разделов МД Аналитический литературный обзор; экспериментальные методы исследований; численные методы исследований

Перечень графического или иллюстративного материала с указанием основных чертежей, плакатов, слайдов 8 плакатов формата А1

Научный руководитель _____ О.З. Халимов
подпись, дата инициалы, фамилия

Задание принял к исполнению _____ В.М. Коптев
подпись, дата инициалы, фамилия

«_____» _____ 2020 г.

АННОТАЦИЯ

на магистерскую диссертацию

Коптева Виталия Михайловича

(фамилия, имя, отчество)

на тему: ***«Исследование конструктивных и технологических особенностей при развитии подземного пространства (на примере торгового центра «Саяны»)»***

Актуальность тематики и её значимость – Создание подземного пространства в существующих зданиях на данный момент является не распространенным видом реконструкции ввиду повышенных рисков, как экономических, так и эксплуатационных. С учетом роста необходимости обновления зданий, устранения морального износа и улучшения качества инфраструктуры города остро стоит вопрос об усовершенствовании объектов обслуживания современных жителей городов. Для этого необходимо использовать подземное пространство, которое очень часто остается не задействованным.

Использование ЭВМ: в магистерской диссертации использованы следующие программы ЭВМ: Microsoft Office Word 2016, Microsoft Office Excel 2016, AutoCAD 2016, SCAD.

Качество оформления: Магистерская диссертация выполнена с высоким качеством на ЭВМ. Распечатка диссертации сделана на лазерном принтере с использованием цветной печати для большей наглядности фотографий, графиков и схем. Разработано согласно СТО 4.2.07-2014.

Оценка достигнутого результата: Цели и задачи магистерской диссертации были достигнуты и решены.

Освещение результатов работы: Результаты исследований и новые технические и конструктивные решения изложены последовательно, носят конкретный характер и отражают все этапы исследования.

Степень авторства: Магистерская диссертация выполнена мной самостоятельно. Использованные в работе материалы и концепции из опубликованной научной литературы и других источников имеют ссылки на них.

Автор магистерской диссертации

подпись

Научный руководитель

подпись

Коптев В.М.

инициалы, фамилия

Халимов О.З.

инициалы, фамилия

ABSTRACT

of the master thesis by

Koptev Vitaliy Mikhailovich

(surname, first name, patronymic)

Theme: ***“Research of structural and technological features in the development of the underground space (for example the «Sayany» shopping center)”***

Topicality and its significance consist in creating an underground space in existing buildings is currently not a common type of reconstruction due to increased risks, both economic and operational. Given the growing need for updating buildings, eliminating obsolescence and improving the quality of the city’s infrastructure, there is an urgent need to improve the facilities for modern city residents. To do this, you must use the underground space, which very often remains unused.

The use of computers: the following computer programs were used in the master's thesis: Microsoft Office Word 2016, Microsoft Office Excel 2016, AutoCAD 2016, SCAD.

Quality of presentation: The master's thesis is performed with high quality on a computer. The dissertation was printed on a laser printer using color printing for greater visibility of photographs, graphs and diagrams. Designed according to STO 4.2.07-2014.

Evaluation of progress: The purposes and tasks of the master thesis have been reached and solved.

Coverage of results: The research results and new technical and constructive solutions are presented sequentially, are specific and reflect all stages of the study.

Degree of authorship: The master thesis was completed by me independently. The materials and concepts used in the work from published scientific literature and other sources have links to them.

Author of the master thesis

signature

Vitaliy Koptev

(first name, surname)

Scientific supervisor

signature

Oleg Khalimov

(first name, surname)

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Исследование конструктивных и технологических особенностей при развитии подземного пространства (на примере торгового центра «Саяны»)» содержит 82 страницы текстового документа, 6 таблиц, 29 рисунков, 78 использованных источника.

Цель диссертационной работы:

Целью данной магистерской диссертации является разработка конструктивных и технологических решений при создании подземного пространства с учетом организационно-технологической надежности (ОТН).

Задачи исследования:

В исследовании данной работы стоят следующие задачи:

1. Проведение поиска и анализа технологий проектирования подземного пространства в существующих зданиях;
2. Проведение экспериментальных исследований на примере существующих конструкций;
3. Разработка конструктивных решений и плана работ при создании подвального этажа на примере ТЦ «Саяны»;

Научная новизна:

Разработана технология создания балочной клетки с использованием проходческой технологии для работ по устройству подземного этажа без остановки эксплуатации здания;

Практическая значимость:

1. Данная работа послужит основанием для проектирования подземных этажей без остановки эксплуатации первого этажа здания;
2. Проведены испытания железобетонной отстойки по характеристикам схожей с бетонными полами здания.
3. Определено расстояние между элементами штольни для проходческих работ при создании балочной клетки.
4. Проведены расчеты для определения сечений элементов штольни.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1 Обзор научной литературы по теме магистерской диссертации.....	8
2 Экспериментальные методы исследований.....	21
2.1 Проведение испытаний отмостки с созданием штольни.....	21
2.2 Определение прочности бетона отмостки.....	30
3 Численные методы исследований.....	36
3.1 Расчет подвального перекрытия.....	36
3.1.1 Расчет плиты перекрытия.....	36
3.1.2 Расчет балочной клетки подвального перекрытия.....	37
3.1.2.1 Расчет второстепенных балок.....	37
3.1.2.2 Расчет главной балки.....	50
3.2 Основания и фундаменты.....	63
3.3 Расчет подпорной стенки.....	66
4. План работ по созданию подвального этажа в ТЦ «Саяны».....	68
Заключение.....	69
Список используемых источников.....	70

Введение

Постоянно растущий уровень численности населения городов неизбежно приводит к увеличению их жилого фонда. Например, за последние десять лет площадь построенных в городе Абакане увеличилось на 65% в сравнении с предыдущим десятилетием. Кроме того, прослеживается тенденция к уплотнению жилой застройки в центральных районах города, а не к использованию новых территорий для строительства жилых домов на периферии. Следовательно, на ограниченной территории при высоком уровне автомобилизации возникает немало проблем, связанных с размещением личного автотранспорта горожан.

По состоянию на 1 августа 2019 года численность населения г. Абакана составила 185,7 тыс. человек и увеличилась по сравнению с 1 августа 2018 года на 1,3 тыс. человек. Вместе с увеличением количества горожан растет и число автомобилей, находящихся в личном владении. Так, по информации ГИБДД города Абакана [49], ежегодно количество частного транспорта на дорогах города увеличивается на одну тысячу автомобилей.

Однако, как показывает сложившаяся ситуация, при проектировании генерального плана развития города и планов детальной планировки застройки его районов не отводилось должного внимания такой проблеме, как выделение мест для хранения личных автомобилей.

Учитывая целесообразность размещения в подземном пространстве стоянок автомобилей [4] в качестве примера для магистерской диссертации было выбрано здание торгового центра «Саяны».

Здание торгового центра «Саяны», расположенного по адресу: г. Абакан, ул. Пушкина, д.99. 4 этажное, каркасное, изначально не имевшее подвального этажа, но в процессе эксплуатации под частью здания было выполнено подвальное помещение. На данный момент первый этаж полностью занят различными магазинами товаров. Одной из главных задач исследования при создании подземного пространства является возможность эксплуатации первого этажа здания без остановки рабочих процессов. Для выполнения данной задачи

необходимо разработать технологию, позволяющую выполнить несущий остов бетонных полов первого этажа без влияния на рабочие процессы здания.



Рисунок 1 – Главный фасад ТЦ «Саяны»

Конструктивные решения здания:

Фундаменты монолитные столбчатые железобетонные. Размеры подколонника: 1,2х1,5х3 м, размеры первой ступени: 2,7х2,4х0,3 м, размеры второй ступени: 4,2х3,6х0,3 м, величина заглубление колонны в подколонник 1,2 м.

Колонны сборные железобетонные, сечением 0,4х0,6 м.

Ригель сборный железобетонный размером 0,4х0,8х9 м.

Стены здания выполнены из керамзитобетонных панелей и керамического кирпича. Толщина керамзитобетонных панелей 300 мм, толщина стены из керамического кирпича 640 мм и предусмотрен слой облицовочного кирпича на фасаде толщиной 300 мм, где присутствует кирпичная кладка.

Лестничные марши сборные железобетонные.

Кровля скатная, угол уклона 60.

Перекрытия второго и выше этажей выполнены из сборных железобетонных плит размерами 0,22x1,8x9 м.

Пол первого этажа выполнен «по грунту» из монолитного бетона без армирования.

Расчет обеспеченности парковочных мест торгового центра «Саяны»

В соответствии с нормативом [5] на 40-50 м² общей площади здания необходимо одно парковочное место.

- размеры здания ТЦ «Саяны»: 39x106 м;
- площадь здания: 4134 м²;
- общая площадь одного этажа: $S_{o.o.п} = 4134 - 20\% = 3307 \text{ м}^2$;
- общая площадь здания: $S_o = 3307 * 4 = 13228 \text{ м}^2$;
- количество необходимых парковочных мест:

$$n_{min} = \frac{13228}{50} = 265$$

$$n_{max} = \frac{13228}{40} = 330$$

Таким образом, согласно расчету, необходимое количество парковочных мест для ТЦ «Саяны» составляет от 265 до 330.

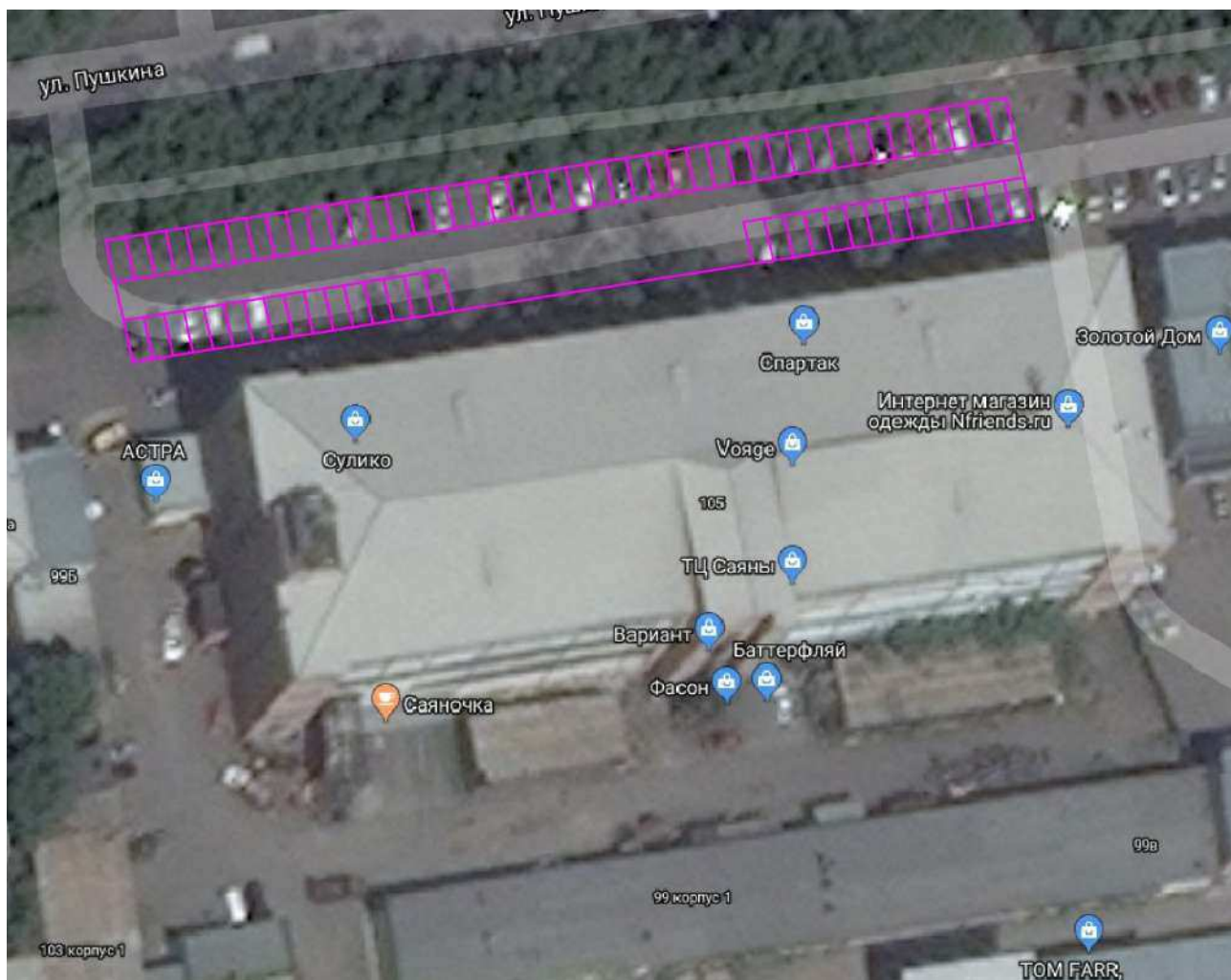


Рисунок 3 – Спутниковый снимок ТЦ «Саяны»

На данный момент согласно рис. 2, на котором выделена парковочная зона для здания, количество парковочных мест составляет 76.

Для определения количества парковочных мест при создании подземного пространства был разработан план (рис. 3) с расположением парковочных мест, учетом площадей для технологических помещений и обеспечением пожарной безопасности. Количество парковочных мест подземного паркинга составила 151.

Подземный паркинг существенно компенсирует нехватку парковочных мест ТЦ «Саяны», что благоприятно скажется на прилегающей территории, сэкономив её пространство.

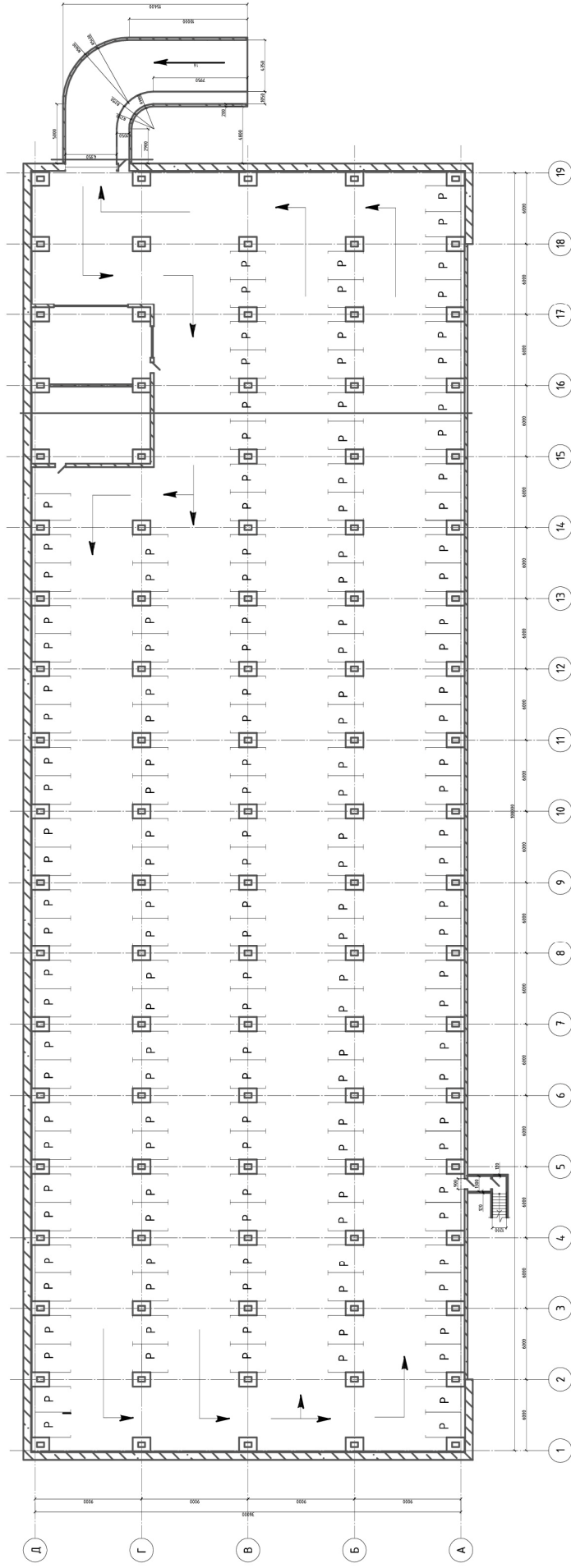


Рисунок 3 – Схема подземного паркинга

1 Обзор научной литературы по теме магистерской диссертации

В результате проведенного анализа информационных источников были выделены следующие нормативные документы по выбранной теме:

№ п/п	Название статьи	Краткое описание
1	Челюканова Екатерина Эриковна Горбунова Валентина Сергеевна. Подземное пространство как резерв дополнительной полезной площади. Журнал «Перспективы науки и образования» 2013г.	В представленной статье рассматривается вопрос о необходимости использования подземного пространства как резерва дополнительной полезной площади. Решается проблема недостатка свободных городских земель, а также решается вопрос организации разноуровневого, безопасного и удобного движения, как пешеходных потоков, так и транспортных. Рассматриваются варианты реорганизации жилых и общественных территорий с помощью освоения подземного пространства.
2	Петренко Е.В. Петренко И.Е. Методология проектирования подземных сооружений. Журнал «Горный информационно- аналитический бюллетень (научно-технический журнал)» 2013г.	Идея доклада о сущности методологии проектирования подземных сооружений состоит в том, что к сегодняшнему дню уже имеются методы, принципы и подходы, применение которых обеспечивает повышение качества проектов подземных сооружений и тем самым, являются крупным вкладом в развитие методологии проектирования подземных сооружений, в качестве составной части теории проектирования освоения недр с целью обеспечения перспектив дальнейшего освоения подземного пространства, экологически безопасного использования недр как элемента среды выживании человека.
3	Макишин Валерий Николаевич. Рациональное использование подземного пространства в хозяйственных целях. Журнал «Вестник Дальневосточного отделения	Рассмотрены примеры использования подземного пространства в хозяйственных целях. Предлагаются основные типы подземных сооружений, которые целесообразно создавать в городах с горным рельефом местности. Показаны перспективы подземного

	Российской академии наук». 2005г.	строительства для условий Владивостока
4	Абрамов Н.Н. Епимахов Ю.А. Геофизический контроль состояния подземных сооружений. Журнал «Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)» 2011г.	Рассмотрены вопросы, связанные с геофизическим контролем состояния подземных сооружений. На примере эксплуатируемых в течение 45 лет выработок Верхне-Туломской ГЭС подземного размещения, подверженных воздействию постоянных вибронагрузок, установлено ослабление трещинных контактов пород массива по границам структурных блоков. Рекомендован режимный контроль состояния приконтурного массива подземных сооружений.
5	Куликова Е.Ю. Методы оценки осадки грунтов и строений в радиусе влияния городских подземных сооружений. Журнал «Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)». 2004г.	В статье рассматривается воздействие геомеханических процессов в результате освоения подземного пространства, виды защиты подземных объектов от осадок грунтов и влияния строений находящихся в радиусе влияния подземных сооружений.
6	Лернер В.Г. Петренко Е.В. Петренко И.Е. Освоение подземного пространства больших городов. Журнал «Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)» 2000г.	В данном докладе рассмотрены конкретные примеры реконструкции сооружений с использованием подземного пространства, затронут процесс организации освоения, его особенности, основные тенденции и направления.
7	Пустовойтенко В.П. Гавриш О.Р. Организация комплексного освоения подземного пространства мегаполисов. Журнал «Наука и прогресс транспорта. Вестник Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта» 2010г.	Рассмотрена проблема прогноза тенденций урбанизации, основных факторов, влияющих на современные способы организации освоения подземного строительства мегаполисов, при обосновании области комплексного использования и состава организационно-технологических схем освоения подземного пространства
8	Стетюха Владимир Алексеевич. Повышение	Подземное пространство активно используется на объектах различного

	<p>энергоэффективности подземных сооружений на основе оптимизации теплоизоляции. Журнал «Вестник Забайкальского государственного университета» 2016г.</p>	<p>назначения. С учетом изменения климата на планете теплоизоляция сооружений приобретает все большую актуальность. Проекты подземных сооружений должны удовлетворять требованиям энергетической эффективности. В этом случае обмен тепловой энергии между подземными сооружениями и внешней средой должен быть минимальным. Применение теплоизоляции позволяет решить указанную проблему. Целью исследования является установление оптимальных параметров теплоизоляции.</p>
9	<p>Левченко Александр Николаевич доктор технических наук. Диссертация Обоснование методологии и разработка инновационных технических решений освоения подземного пространства мегаполисов. Москва, 2009г.</p>	<p>обоснование методологии и разработка инновационных технических решений на основе установления закономерностей формирования инфраструктуры подземного пространства мегаполисов, статической работы и надежности элементов новых конструкций обделок, анализа рискбезопасности технологических и организационных процессов строительства коммунальных тоннелей для повышения эксплуатационных качеств подземных сооружений, снижения материальных и трудовых затрат, что имеет важное значение в развитии экономики городского хозяйства и ускорении научно-технического прогресса при освоении подземного пространства мегаполисов.</p>
10	<p>Рудяк М.С. Рациональное использование городского подземного пространства для гражданских объектов. – М.: Издательство государственного горного университета, 2003. – 235 с.</p>	<p>Дан анализ опыта использования подземного пространства в гражданских целях для решения проблем крупных городов, а также экономической оценки и регулирования данных процессов. Приведена методология оценки использования городского подземного пространства для размещения гражданских объектов с учетом экономических, экологических,</p>

		социальных и других факторов. Изложен разработанный и опробованный в условиях Москвы экономический механизм рационального использования городского подземного пространства для размещения гражданских объектов.
11	Вартанов А.З. Физико-технический контроль и мониторинг при освоении подземного пространства городов: Учебник для вузов. – М.: Издательство «Горная книга», 2013. – 548 с.: ил.(СТРОЙТЕХИЗДАТ)	Приведены основные цели и задачи, решаемые физико-техническими методами контроля и мониторинга при строительстве и эксплуатации подземных сооружений в условиях крупных городов и мегаполисов. Рассмотрены основные геофизические методы для изучения структуры, свойств и состояния геологической среды в зоне строительства, описаны методы и средства контроля и мониторинга соответствующих технологических процессов, а также эксплуатационный контроль подземных сооружений. Изложены базовые сведения о методах и средствах экологического контроля при освоении подземного пространства городов.
12	Козлов П. Г., Федюк Р. С., Лисейцев Ю. Л., Смелый Д. А. Формирование инфраструктуры современных городов с использованием подземного пространства. Журнал «Современные научные исследования и инновации» 2018, номер 2(82) 52 с.	Данная статья посвящена обзору способов использования городского подземного пространства. Проведенное исследование доказывает, что правильная организация использования городского пространства помогает раскрыть внутренние возможности, улучшить показатели эффективности размещения сооружений. Использование подземного пространства, для размещения городских сооружений, позволит значительно разгрузить автомобильные дороги города от пробок и даст возможность размещать основные объекты инфраструктуры в транспортной доступности от мест компактного проживания населения города.

13	<p>Храбатина Н.В., Пусный Л.А., Дубино А.М. Освоение подземного пространства мегаполисов Журнал «Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова» 2018</p>	<p>Статья посвящена актуальной и малоизученной проблеме освоения подземного пространства мегаполисов. В статье четко определена роль использования подземного пространства в решении неотложных проблем развития больших городов. Также рассмотрены примеры использования подземных пространств мегаполисов. Обоснована возможность и целесообразность строительства туннелей. Показаны перспективы подземного строительства. Рассматриваются предложения по использованию подземного пространства крупных городов и мероприятия по освоению подземного пространства и развития подземной урбанизации.</p>
14	<p>Денисова Ю.В. К вопросу необходимости освоения подземного пространства городов / Ю. В. Денисова, Г. В. Кноренькова // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. - 2016. - №11. - С. 99 -103.</p>	<p>В настоящее время в связи с высоким уровнем урбанизации идет активное освоение подземного пространства городов. Интенсивное подземное строительство характерно для крупных городов. Рассмотрена актуальная проблема градостроительного освоения подземного пространства крупнейших городов. Выявлены причины необходимого роста объемов и масштабов подземного строительства в крупных городах связанные с непрерывно возрастающей концентрацией городского населения и ростом численности автомобильного парка. На основе сравнительного анализа мирового опыта показано отставание российских городов в развитии подземной урбанистики. Для исправления ситуации необходима комплексная застройка подземного пространства. Определены важные аспекты использования подземного пространства, выявлены основные</p>

		причины, сдерживающие развитие подземного строительства в России.
15	<p>Куликова Е. Ю.</p> <p>Технологические и эколого-экономические проблемы освоения подземного пространства мегаполисов</p> <p>Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)</p> <p>Издательство: общество с ограниченной ответственностью "Горная книга" (Москва), 2016</p>	<p>Описаны особенности освоения подземного пространства в мегаполисах. Дана оценка факторов, осложняющих строительство подземных сооружений в городе, среди которых основное место занимают такие аспекты, как сложность и неоднозначность инженерно-геологических условий многих участков строительства; наличие плотной городской застройки, неудовлетворительная оснащенность изыскательских, проектных и строительных организаций современным оборудованием и технологиями, недостаточный опыт и квалификация исполнителей, слабое взаимодействие участников строительного процесса. Показаны условия формирования геологического, экологического и технологического рисков. Проведен комплексный системный анализ горнотехнических условий строительства, который предопределяет выбор и обоснование технологии строительства подземных сооружений. Основными этапами такого анализа являются технические и технологические решения на период строительства и эксплуатации подземного сооружения, инженерно-геологические и гидрогеологические характеристики породного массива, климатические факторы, социальноэкологические условия размещения подземного объекта, экономические условия строительства, состояние материально-технической базы строительной организации. Предложен механизм управления рисками при строительстве подземных сооружений. Выработана общая</p>

		концепция безопасности при освоении подземного пространства крупных городов.
16	<p>Мангушев Р. А., Осокин А. И., Левинская П. Г.</p> <p>Перспективы устройства подземных паркингов в условиях стесненной застройки исторического центра Санкт-Петербурга</p> <p>Вопросы проектирования и устройства надземных и подземных конструкций зданий и сооружений</p> <p>Межвузовский тематический сборник трудов. Санкт-Петербург, 2018</p> <p>Издательство: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет (Санкт-Петербург)</p>	<p>В статье проанализированы инженерно-геологические и планировочные условия, технологические возможности устройства подземных паркингов в исторической застроенной части города на примере конкретных объектов Центрального административного района Санкт-Петербурга. На основании геотехнического обоснования рассмотрены условия обеспечения безопасности выполнения строительных работ при создании одно, двух- или многоуровневого подземных паркингов. Проведенные исследования позволили оценить экономическую эффективность устройства подземного паркинга при выполнении реставрации объекта в историческом центре города.</p>
17	<p>Борисевич К.Г.</p> <p>Возможности и перспективы строительства подземных паркингов при реконструкции зданий в условиях Санкт-Петербурга</p> <p>ЖУРНАЛ "Инновационная наука", 2016</p>	<p>В статье рассматривается тема строительства подземных паркингов, что является одним из самых актуальных вопросов градостроительной отрасли Санкт-Петербурга. Проанализированы проблемы развития подземной урбанистики и пути их решения.</p>
18	<p>Агарков А.В., Муляр Р.С., Кавера А.Л.</p> <p>Обеспечение безопасности труда в подземном градостроительстве</p> <p>Источник: инновационные перспективы Донбасса, Материалы 3-й Международной научно-практической конференции. 2017</p>	<p>Рассмотрены и оценены возможности, а также основные функции подземного градостроительства для реализации различных геотехнологий и использования с максимальным эффектом ресурсного потенциала недр Земли. Рассмотрены характерные проблемы комплексного освоения подземного пространства. Обозначены основные аспекты и даны системные предложения по обеспечению безопасного ведения работ в области подземной урбанистики.</p>

	Издательство: Донецкий национальный технический университет (Донецк)	Систематизированы и изложены вопросы правильной эксплуатации подземных сооружений.
19	<p>Лебедев И.О., Кириллов А.И., Чугунов А.С. Технология "top down" - современное технологическое решение в строительстве; Журнал: Вестник студенческого научного общества Издательство: Санкт-Петербургский государственный аграрный университет (Санкт-Петербург)</p>	<p>Необходимость возведения зданий в условиях плотной застройки и примыкающих к строительному объекту коммуникаций, стала причиной появления новых технологий. Ещё одним поводом рождения новых технологий стали современные требования к офисным и жилым зданиям. В их проектах предусмотрено наличие подземных парковок, выполненных в нескольких уровнях. Сегодня разработаны строительные технологии, благодаря которым у строителей имеется возможность возведения подземных объектов в сложнейших условиях.</p>
20	<p>Broere, W. (2016) Urban Underground Space: Solving the Problems of Today's Cities. Tunnelling and Underground Space Technology, 55, 245-248.</p>	<p>Общемировая тенденция усиления урбанизации создает проблемы как для расширяющихся, так и для вновь развивающихся городов. Увеличение численности населения приводит к увеличению спроса на надежную инфраструктуру, что в настоящее время сочетается с необходимостью повышения энергоэффективности и повышения экологической осведомленности населения. Использование подземного пространства может помочь городам удовлетворить эти возросшие требования, оставаясь при этом компактными, или найти пространство, необходимое для включения новых функций в существующий городской ландшафт. Во многих случаях подземные решения городских проблем рассматриваются только в том случае, если исчерпаны все другие (надземные)</p>

		варианты. Когда подземные решения будут рассмотрены и оценены начиная с планирования или начальных стадий проекта, то станут возможными более оптимальные решения.
21	<p>Pei Zhang. Japanese Ways of Developing Urban Underground Recreation Space JOURNAL NAME: World Journal of Engineering and Technology, Vol.6 No.2, May 31, 2018</p>	<p>В данной статье сначала определяется понятие городского рекреационного пространства, а затем делается акцент на шести аспектах опыта инфункциональной ориентации, совместного развития, бизнес-планирования, проектирования окружающей среды, проектирования рекреационных маршрутов, эксплуатации и управления на основе рассмотрения процесса развития подземной улицы в городском рекреационном пространстве Японии. Полученные результаты показывают, что общее планирование и детальное проектирование городского рекреационного пространства в Японии заслуживает изучения и извлечения уроков для всех стран мира.</p>
22	<p>Li Xiao Zhaoa, Li Congcong, Parriaux Aurèle, Wu Wenbo, Li HuanQing, Sun Liping, Liu Chaoa Multiple resources and their sustainable development in Urban Underground Space Tunnelling and Underground Space Technology Volume 55, May 2016, Pages 59-66</p>	<p>Пробки на дорогах и нехватка земельных площадей увеличивают необходимость в поиске большего пространства в городских подземных районах. Планирование «нисходящего» городского подземного пространства, ориентированное на спрос, широко распространено во всем мире. Как природный ресурс, вклад городского подземного пространства различен в разных регионах. Учет ресурсов UUS, которые можно назвать «восходящим» мышлением, должен быть интегрирован в планирование. В статье представлен метод оценки ресурса городского подземного пространства и результаты исследований в типичных случаях. Для городского развития важно использовать подземное пространство. Между тем, мы также должны знать,</p>

		<p>что в городском метро существует множество ценных ресурсов. Помимо космоса, есть также вода, энергия и геоматериалы. В документе будет обсуждаться, как учитывать эти различные ресурсы в развитии города. Могут быть конфликты между разработками различных городских подземных ресурсов. В статье исследовано взаимодействие между этими событиями, выявлены некоторые серьезные последствия и типичные конфликтные режимы. Выявление конфликтов является основой для координации и взаимодействия этих событий. Для устойчивого развития города необходимо понять и научно оценить многочисленные городские подземные ресурсы, а затем целостно планировать и управлять развитием. Структура и свойства городского подземного геологического тела определяют инженерные условия и ресурсные атрибуты городского метрополитена. С 2003 года Китай осуществляет пилотные проекты программ урбанистических исследований в некоторых крупных городах. В документе также будет показано, как учитывать влияние геологических условий на оценку подземных городских ресурсов и планирование городского подземного пространства.</p>
23	<p>Development and Utilization of Urban Underground Space Quan Zhen</p> <p>Published 1 March 2019 • Published under licence by IOP Publishing Ltd</p>	<p>Поскольку человеческое общество постоянно развивается, люди начали изучать развитие и использование городского подземного пространства. По сравнению с прошлым, в современную эпоху произошли большие изменения, когда речь идет об использовании ресурсов в городском подземном пространстве и связанных с</p>

	IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 242, Issue 5	<p>ним технологий. Развитие городского подземного пространства подвержено многим факторам, а неоправданное использование приводит к серьезным последствиям. Активное освоение городского подземного пространства является не только очень важным критерием измерения уровня городской модернизации, но и неизбежной тенденцией развития городов. В данной статье анализируется текущее развитие и использование городского подземного пространства, описывается важность разработки и использования, а также исследуются проблемы разработки и использования городского подземного пространства и соответствующих контрмер.</p>
24	<p>Solutions to the Urban Problems by Using of Underground Space Olga Gamayunova; Eliza Gumerova Procedia Engineering Volume 165, 2016, Pages 1637-1642</p>	<p>Вопросами развития подземного пространства и транспортной инфраструктуры российских городов пренебрегали несколько десятилетий. Последствия отсутствия последовательной городской политики не заставят себя долго ждать, и сегодня уровень комфорта проживания в России ниже, чем в крупных городах развитых стран. В статье представлены основные проблемы, возникающие при строительстве в российских городах, и пути их решения с использованием подземного пространства. Особое внимание уделено особенностям городской политики Санкт-Петербурга.</p>
25	<p>Г.В. Сопегин, Д.Н. Сурсанов Перспективы применения технологии строительства методом «top-down» в условиях города Перми Журнал "Основания и фундаменты. Геотехника территорий" 2016 г.</p>	<p>В статье описан принцип технологии «Top-Down» и схематично представлен порядок производства работ, рассмотрены основные преимущества и недостатки данного метода. Представлены перспективы применения технологии «Top-Down» в инженерно-геологических условиях города Перми.</p>

26	<p>Я.Е. Язев, О.В. Петренева Освоение подземного пространства под реконструируемым зданием. Анализ публикаций и патентные исследования Современные технологии в строительстве. Теория и практика (2017) с.330-343 Издательство: Пермский национальный исследовательский политехнический университет (Пермь)</p>	<p>В статье ставится задача проведения анализа технологий по устройству и заглублению подземной части реконструируемых зданий, а также выявляется первичная возможность применения рассмотренных технологий на примере здания дома культуры по адресу ул. Окулова, 14, г. Пермь. Проведено детальное ознакомление с научно-технической и патентной информацией по исследуемой теме: были использованы научная и учебная литература, статьи в периодических изданиях Российской Федерации и Украины, а также диссертации и автореферат, материалы вебинаров; в процессе патентного поиска было отобрано около десяти патентов РФ. Актуальность проблемы обусловлена нехваткой территории под застройку, включающей в себя дефицит свободных площадей для парковки автомобилей, и трудностью освоения территорий со сложными инженерно-геологическими условиями.</p>
27	<p>Шашкин А.Г. Модификация метода top-down для условий реставрации и реконструкции исторического здания // Жилищное строительство. Подземное строительство: Научно-технический и производственный журнал – 2009. – № 2. – С. 25–30.</p>	<p>Приведена технология устройства подземного пространства под зданием исторического Каменноостровского театра в Санкт-Петербурге. Строительство подземного сооружения по методу TOPDOWN предусматривает работу с тиксотропными грунтами в стесненных условиях под распорными конструкциями с помощью малогабаритной техники. Впервые проведена откопка грунта на глубину около 6 м под существующими историческими конструкциями здания, пересаженными на буринъекционные сваи.</p>
28	<p>В.А. Дементьева, А.Г. Шашкин, В.С. Рахманов, В.Л. Бурьгин</p>	<p>Книга посвящена созданию Второй сцены АБДТ им. Г. А. Товстоногова на базе памятника истории и культуры XIX</p>

	<p>«Каменноостровский театр. Синтез достижений реставрации и геотехники» - СПб.: Издательство института «Геореконструкция». 2014. 272с.</p>	<p>в. Каменноостровского театра в Санкт-Петербурге.</p> <p>Главной задачей было сохранение уникальности деревянного строения и одновременно расширение его площади, приспособление под использование в соответствии с современными требованиями.</p> <p>Был принят рискованный проект: под существующим деревянным зданием организовать подземное пространство, где разместятся входная группа и технологические помещения.</p> <p>Сами же деревянные конструкции подлежали безусловной реставрации с сохранением всех элементов.</p> <p>Работы велись одновременно.</p> <p>Реставрировался театр, пересаженный на сваи, и углублялось подземное пространство.</p> <p>Все это в условиях сложной геотехнической обстановки и слабости грунтов.</p>
--	---	--

2 Экспериментальные методы исследований

2.1 Проведение испытаний отмостки с созданием штольни

В качестве эксперимента была выбрана проверка возможности выемки грунта под существующими бетонными полами здания, измерение деформаций бетона при нагружении участка равномерно распределённой нагрузкой на величину превышающую нормативное значение.

Участком работ стала бетонная отмостка здания шириной 1,5 метра.



Рисунок 4 – Бетонная отмостка здания до начала работ

Между зданием и отмосткой видна трещина (компенсационный шов) шириной от 1 до 3 мм, идущий по всему периметру здания.



Рисунок 5 – Трещина между зданием и отмосткой

На глубину до 90 сантиметров и до фундамента здания был выбран грунт, ширина прямка составляет 1,66 м.



Рисунок 6 – Прямок с уложенными лежнями

На здание и устроенную металлическую балку установлены индикаторы часового типа, для измерения деформаций на опоре. Индикаторы

зафиксированы на металлических стержнях, заглубленных в отмокту минимум на 5 см.

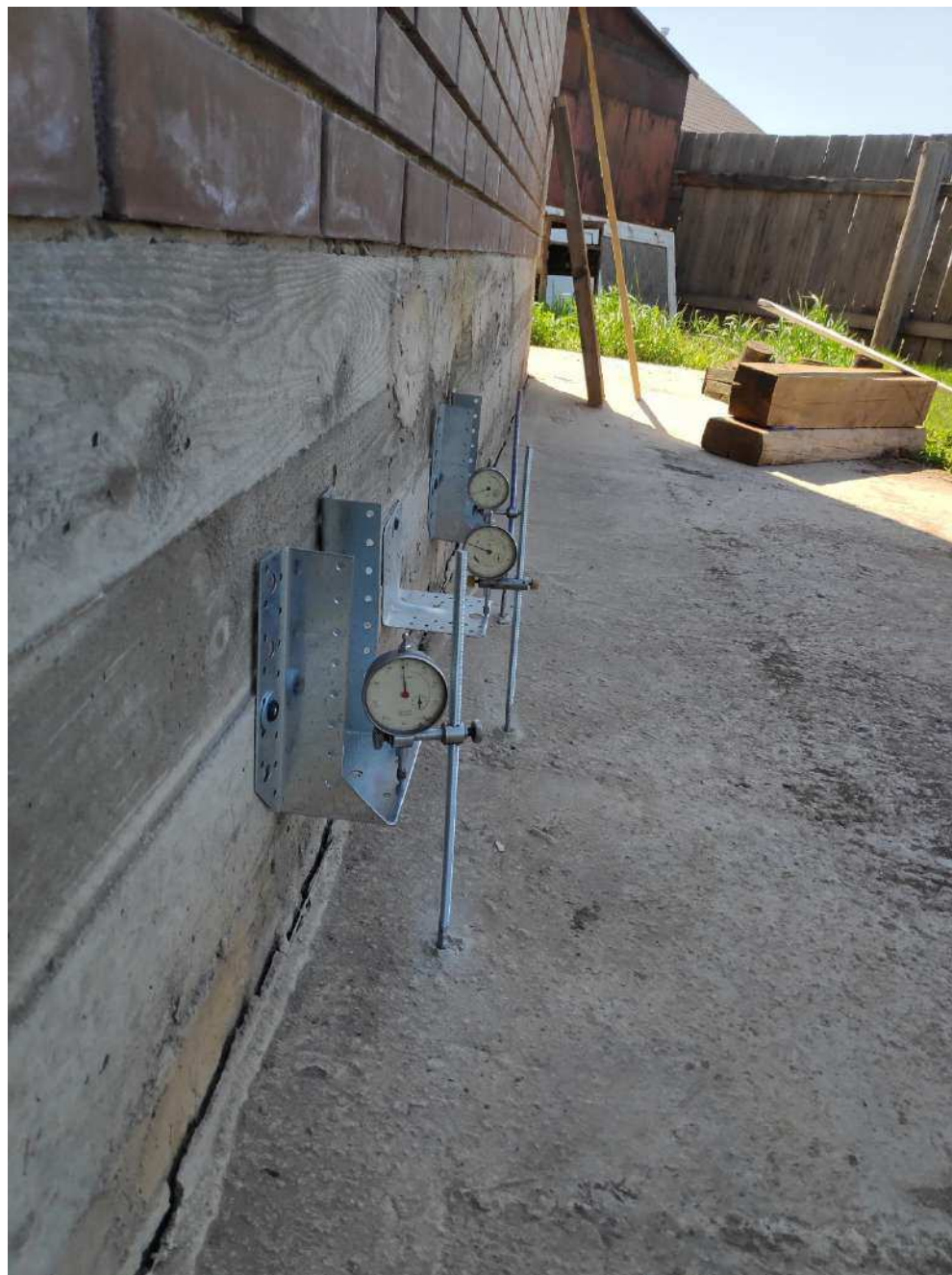


Рисунок 7 – Индикаторы часового типа, зафиксированные на отмокту и стене здания

В приямок были установлены и зафиксированы клиньями элементы штольни, состоящие из балки, стоек и лежня.



Рисунок 8 – Сборка элементов штольни



Рисунок 9 – Приямок с установленными элементами штольни до начала загрузки

В качестве равномерно распределённой нагрузки укладывались грузы массой 3 кг, 4 кг и емкость объемом 1 м³, в дальнейшем наполняемая водой.



Рисунок 10 – Первая «ступень» загрузки грузами массой 3 кг



Рисунок 11 – Вторая «ступень» загрузки грузами массой 4 кг



Рисунок 12 – Установка ёмкости объемом 1 м³

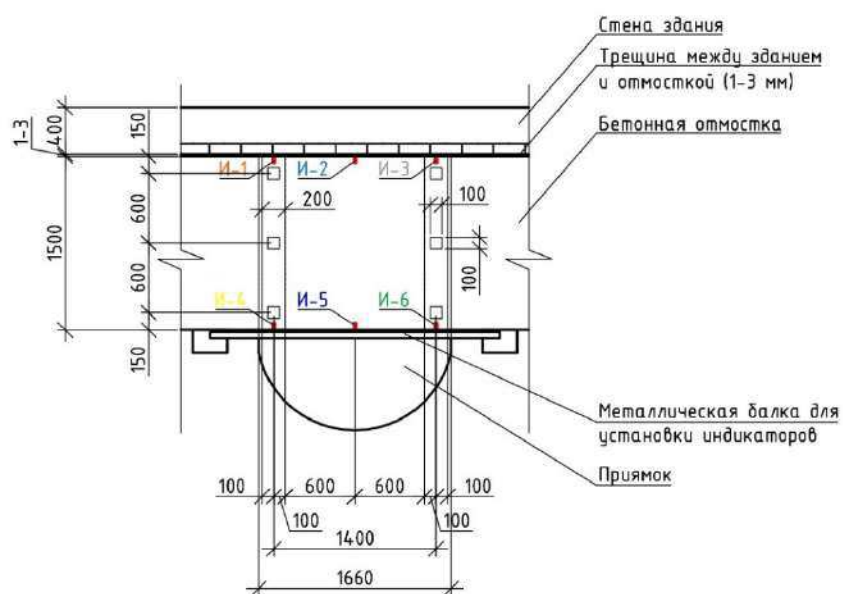


Рисунок 13 – План шtolьни

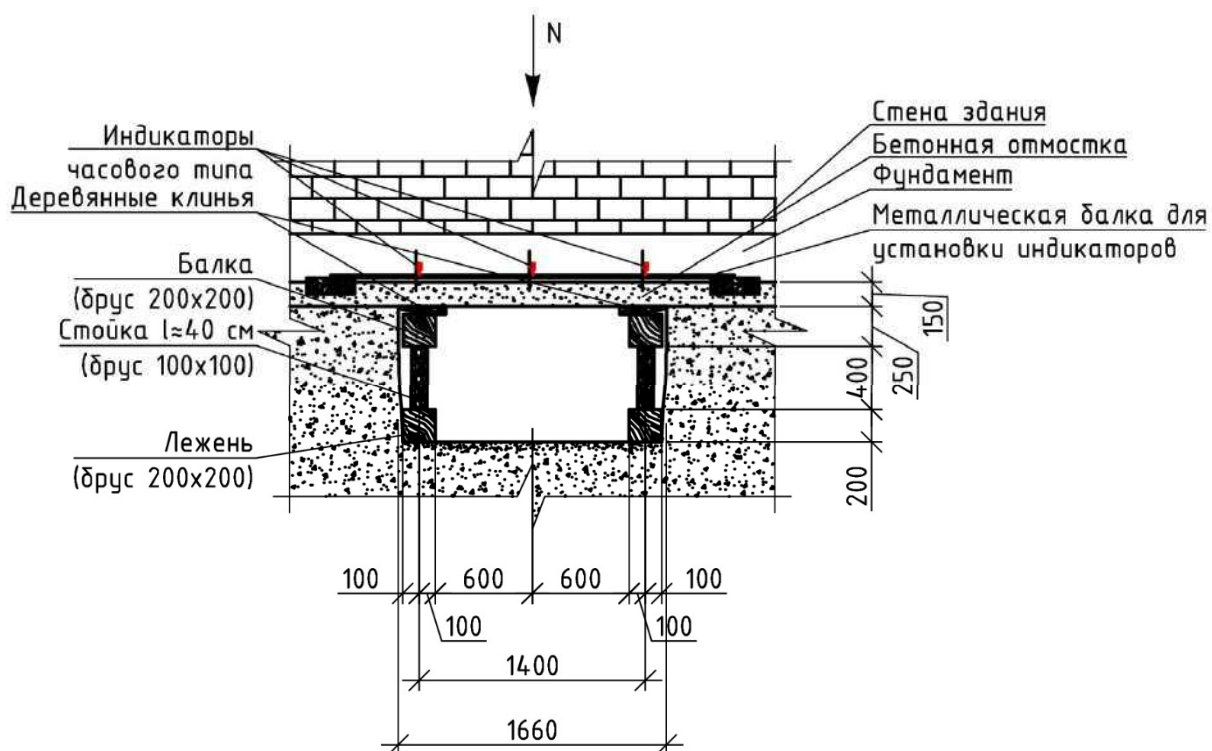


Рисунок 14 – Разрез штольни

Загружение велось постепенно, замеры индикаторов представлены в таблице 1. Максимально зафиксированная деформация составила 0,99 мм (И-4).

Таблица 1 – Показания индикаторов при увеличении нагрузки

Нагрузка q , кг/м ²	Показания индикатора часового типа					
	И-1	И-2	И-3	И-4	И-5	И-6
0	0	0	0	0	0	0
75	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01
150	0,01	0,022	0,02	0,02	0,02	0,01
281	0,05	0,05	0,02	0,02	0,02	0,015
422	0,065	0,39	0,02	0,045	0,04	0,02
476	0,065	0,398	0,02	0,045	0,04	0,02
623	0,1	0,43	0,05	0,99	0,98	0,95
716	0,111	0,439	0,052	0,95	0,92	0,9
809	0,115	0,448	0,08	0,92	0,9	0,86
902	0,13	0,458	0,09	0,86	0,9	0,81
995	0,14	0,469	0,1	0,83	0,9	0,76
1088	0,15	0,475	0,11	0,81	0,9	0,73
1181	0,16	0,485	0,12	0,79	0,9	0,7
1274	0,17	0,495	0,13	0,88	0,9	0,69
1367	0,183	0,51	0,14	0,88	0,9	0,67
1460	0,198	0,52	0,152	0,78	0,9	0,67

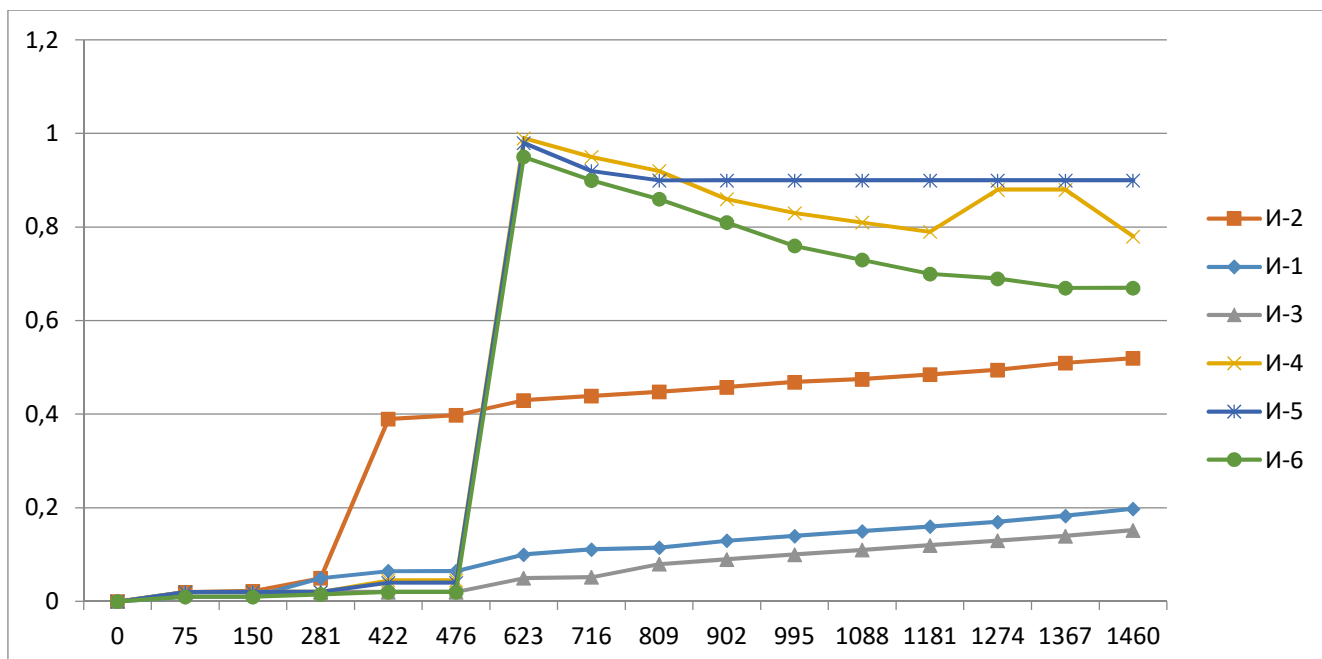


Рисунок 15 – График показаний индикаторов

Оборудование, используемое в эксперименте:

- Дисковая пила;
- УШМ Hitachi;
- Рулетка металлическая длиной 5,0 м. по ГОСТ 7502-89[11] для измерения линейных размеров;
- Угольник поверочный 90° по ГОСТ 3749-77;
- Грузы массой 3, 4 кг;
- Бак для воды вертикальный V- 1000л. ЭВЛ;
- Индикаторы часового типа (6 шт);
- Стальные уголки для крепления деревянных конструкций;
- шуруповерт hitachi

Вывод: эксперимент показал, что нагруженный участок отстойки при загрузке равномерно распределенной нагрузкой в 1460 кг/м² деформировался на 0,99 мм. Это значит, что расстояние между элементами штольни в 1,2 метра при выработке грунта из-под бетонных полов здания не нарушит целостность конструкции. Также следует учитывать, что грунт под лежнями не был достаточно уплотнен и вероятно максимальное расстояние

деформации в 0,99 мм на индикаторе, стоявшем над опорой, было получено в следствии усадки грунта.

2.2 Определение прочности бетона отмостки

Для определения прочности бетона по "ГОСТ 10180-2012 Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам" необходимо выбрать из отмостки несколько образцов и в дальнейшем провести испытание.

Оборудование, используемое в эксперименте:

- Рулетка металлическая длиной 5,0 м. по ГОСТ 7502-89[11] для измерения линейных размеров;
- Угольник поверочный 90° по ГОСТ 3749-77;
- Бензопила STIHL-700 по бетону, асфальту;
- Молоток отбойный электрический Makita;
- УШМ Hitachi с шлифовальным диском по бетону
- Испытательная машина для определения прочности (пресс)



Рисунок 16 – Предварительная разметка отмостки для изъятия образцов



Рисунок 17 – Пропиливание бетонного массива



Рисунок 18, 19 – Демонтаж бетонного массива

Из демонтированного бетонного массива отмостки были вырезаны и выровнены 2 образца со следующими характеристиками: О-1 с длинами ребер 140 мм, О-2 с длинами ребер 135 мм.



Рисунок 20 – Образцы для испытания на сжатие



Рисунок 21 – Выравнивание граней образцов

В ходе демонтажных работ в отстойке была обнаружена сетка арматуры диаметром 3 мм со стороной ячейки 15 см, защитный слой снизу 5 см, сверху 10 см. На сторонах образцов арматуры не наблюдается.



Рисунок 22 – Армирование отстойки сеткой

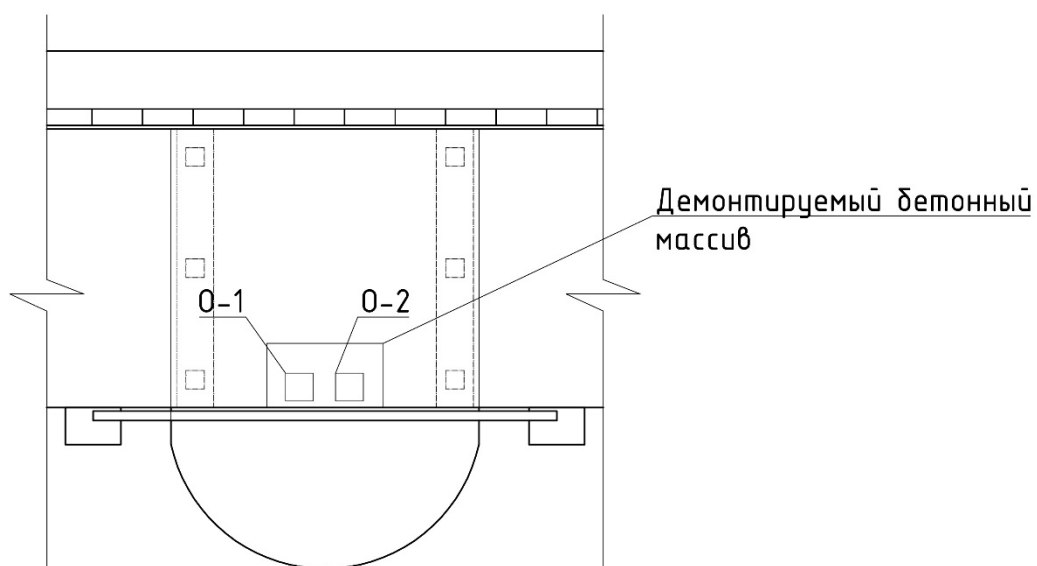


Рисунок 23 – Схема извлечения образцов

Образцы были испытаны на сжатие в лаборатории ХТИ.



Рисунок 24, 25, 26 – Испытание кубкового образца О-1 на испытательной машине (прессе) до разрушения (значение $F = 45000$ кгс)



Рисунок 27, 28 – Испытание кубкового образца О-2 на испытательной машине (прессе). Разрушение не произведено при нагрузке $F = 60000$ кгс

Получены следующие результаты:

Куб О-1 был разрушен при нагрузке $F = 45000$ кгс

Куб О-2 не был разрушен при нагрузке $F = 60000$ кгс

Определение прочности на сжатие R по формуле 8.1 [2]:

$$R = \alpha * \frac{F}{A} * K_w$$

, где F – разрушающая нагрузка, Н;

A – площадь рабочего сечения образца, мм²;

α – масштабный коэффициент для приведения прочности бетона к прочности бетона в образцах базовых размера и формы;

K_w - поправочный коэффициент для ячеистого бетона, учитывающий влажность образцов в момент испытания

В данном эксперименте $\alpha = 1$ (табл. 4 [2]);

$K_w = 1$, так как бетон не является ячеистым (табл. 5 [2]);

$$A_1 = 140 * 140 = 19600 \text{ мм}^2;$$

$$A_2 = 135 * 135 = 18225 \text{ мм}^2;$$

$$F_{0-1} = 45000 \text{ кгс} = 441299,25 \text{ Н};$$

$$F_{0-2} = 60000 \text{ кгс} = 588399 \text{ Н}$$

$$R_1 = 1 * \frac{441299,25}{19600} * 1 = 22,5 \text{ Мпа}$$

$$R_2 = 1 * \frac{588399}{18225} * 1 = 32,3 \text{ Мпа}$$

Прочность бетона в серии из двух образцов определяют как среднеарифметическое значение прочности испытанных образцов в серии:

$$R = \frac{22,5 + 32,3}{2} = 27,4 \text{ Мпа} = 279,4 \text{ кгс/см}^2$$

Вывод: эксперимент показал, что прочность бетона отмостки составляет 279,4 кгс/см², что соответствует классу бетона по прочности на сжатие В20 (табл. 6 [1]).

3 Численные методы исследований

3.1 Расчет подвального перекрытия

3.1.1 Расчет плиты перекрытия

Плита перекрытия представляет собой монолитную бетонную плиту без армирования, залитой «по грунту».

Сбор нагрузки на плиту перекрытия

Сбор нагрузки на плиту перекрытия приведен в таблице 2.

Таблица 2 - Сбор нагрузок на 1 м² плиты перекрытия.

Нагрузка	Нормативная нагрузка, кН/м ²	Коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f \geq 1$	Расчетная нагрузка, кН/м ²
	$\delta \times \rho$		$q_n \times \gamma_f$
1. Постоянная: от собственного веса: плиты, $\delta = 200$ мм; $\rho = 25$ кН/м ³ ; слоя цементного раствора с мраморной мозаикой, $\delta = 10$ мм; $\rho = 22$ кН/м ³ ;	$0,2 \times 25 = 5$	1,1	5,5
	$0,01 \times 22 = 0,22$	1,3	0,286
Итого постоянная нагрузка	5,22	—	5,786
2. Временная	4	1,2	4,8
Всего:	9,22	—	10,586

Расчетные характеристики материалов

С помощью прибора ИПС–МГ4.01 было выявлено, что пол первого этажа выполнен из бетона класса В20.

Согласно СП [79], нормативные характеристики бетона класса В15

занесены в таблицу 2.

Таблица 3 - Прочностные характеристики бетона класса В20

Класс бетона	Вид бетона	Прочностные характеристики				E_b , мПа
		R_b	R_{bt}	$R_b \cdot \gamma_{b2}$	$R_{bt} \cdot \gamma_{b2}$	
В15	Тяжелый	8,5	0,75	$8,5 \cdot 0,9 = 7,65$	$0,75 \cdot 0,9 = 0,675$	24000

3.1.2 Расчет балочной клетки подвального перекрытия

3.1.2.1 Расчет второстепенных балок

Шаг второстепенных балок

Необходимо определить шаг второстепенных балок, поддерживающих перекрытие первого этажа.

Представим балочную плиту как однопролетную шарнирно-опертую балку, на случай, если в полу есть трещины и она не будет работать как многопролетная неразрезная балка.

Из формулы момента в балке:

$$M = \frac{q_p \cdot l^2}{8}, \quad (7)$$

Осевого момента сопротивления при изгибе:

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6}, \quad (8)$$

Условия:

$$\frac{M}{W} < R_{bt}, \quad (9)$$

Получим:

$$\frac{q_p \cdot l^2}{8} / \frac{b \cdot h^2}{6} = R_{bt}. \quad (10)$$

Из получившегося уравнения необходимо выразить l , это и будет нашим шагом второстепенных балок.

$$l = \sqrt{\frac{2 \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h^2}{q_p}} \text{ м}, \quad (11)$$

$$l = \sqrt{\frac{1,33 \cdot 0,675 \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 0,2^2}{10,6}} = 1,8 \text{ м.}$$

Из соображений уменьшения нагрузки на каждую второстепенную балку принимаем шаг 1 м.

Также, проверим балку по поперечной силе:

$$Q_{max} = \frac{q_p \cdot l}{2}, \quad (12)$$

$$Q_{max} = \frac{10,6 \cdot 1}{2} = 5,3 \text{ кН.}$$

Проверим условие на действие поперечной силы для обеспечения прочности по наклонной трещине:

$$Q_{max} \leq \frac{\varphi_{b4} \cdot (1 + \varphi_n) \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0^2}{c} \text{ кН,} \quad (13)$$

где: $\varphi_{b4} = 1,5$ (для тяжелого бетона);

$$\varphi_n = 0;$$

$$c = \sqrt{\frac{M_b}{q_p}} = \sqrt{\frac{54}{10,6}} = 2,3 \text{ м;}$$

$$M_b = \varphi_{b2} \cdot (1 + \varphi_f + \varphi_n) \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0^2 = 2 \cdot (1 + 0 + 0) \cdot 0,675 \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 0,2^2 = 54 \text{ кН*м;}$$

$$\varphi_{b2} = 2;$$

$$\varphi_f = 0.$$

$$Q_{max} \leq \frac{1,5 \cdot (1 + 0) \cdot 0,675 \cdot 1 \cdot 0,2^2}{2,3} = 17,6 \text{ кН}$$

При этом, выражение $\frac{\varphi_{b4} \cdot (1 + \varphi_n) \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0^2}{c}$ должно быть не менее $\varphi_{b3} \cdot (1 + \varphi_n) \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0 = 0,6 \cdot (1 + 0) \cdot 675 \cdot 1 \cdot 0,2 = 81 \text{ кН} \nless 17,6 \text{ кН;}$

Значит $Q_{max} \leq 81 \text{ кН}$, $9,8 \text{ кН} \leq 81 \text{ кН}$ – условие выполняется.

3.1.2.1 Расчет армирования второстепенной балки

Соберем нагрузку на 1 м¹ второстепенной балки:

$$q_{в6} = q_p \cdot l, \quad (14)$$

$$q_{в6} = 10,6 \cdot 1 = 10,6 \text{ кН/м.}$$

Назначим размеры второстепенной балки.

Высота сечения:

$$h = \left(\frac{1}{10} \dots \frac{1}{12} \right) \cdot l, \quad (15)$$

$$h = \left(\frac{1}{10} \dots \frac{1}{12} \right) * 6000 = 498 \dots 600 \text{ мм};$$

h кратно 50 мм. Принимаем $h = 600$ мм.

Ширина сечения:

$$b = (0,3 \dots 0,4) \cdot h, \quad (16)$$

$$b = (0,3 \dots 0,4) * 600 = 180 \dots 240 \text{ мм};$$

b кратно 50 мм. Принимаем $b = 250$ мм.

Подобрав сечение балки, найдем полную нагрузку балки.

$$q_{пвб} = q_{вб} + (\gamma_{бет} * b * h * \gamma_f), \quad (17)$$

$$q_{пвб} = 10,6 + (25,1 * 0,25 * 0,6 * 1,1) = 14,74 \text{ кН/м};$$

где: $\gamma_{бет}$ – удельная масса железобетонного изделия, кН/м³;

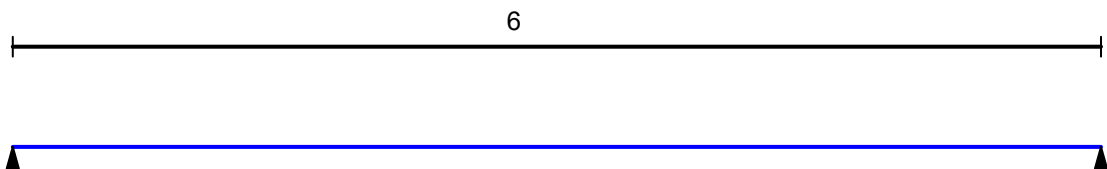
γ_f – коэффициент надежности по нагрузке, равный 1,1.

С помощью программы SCAD Office было рассчитано армирование второстепенной балки. Расчет выполнен в соответствии с нормативами СП [63.13330.2012].

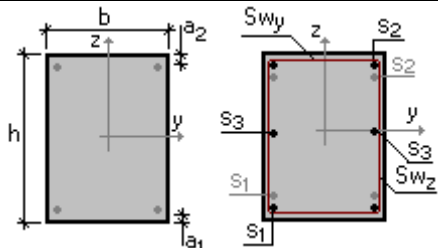
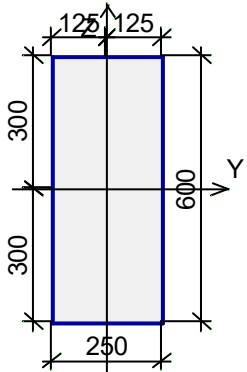
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$.

Коэффициент надежности по ответственности (2-е предельное состояние) = 1.

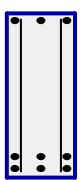
Конструктивное решение



Сечение

 <p> $b = 250 \text{ мм}$ $h = 600 \text{ мм}$ $a_1 = 20 \text{ мм}$ $a_2 = 20 \text{ мм}$ </p>					
Арматура		Класс		Коэффициент условий работы	
Продольная		A500		1	
Поперечная		A240		1	

Заданное армирование

Участок	Длина (м)	Арматура	Сечение
1	6	$S_1 - 3\varnothing 16$, второй ряд $3\varnothing 16$ Расстояние в свету между рядами 30 мм) $S_2 - 3\varnothing 16$ Поперечная арматура вдоль оси Z $3\varnothing 10$, шаг поперечной арматуры 150 мм	

Бетон

Вид бетона: Тяжелый;

Класс бетона: B20;

Плотность бетона 24,525 кН/м³.

Коэффициенты условий работы бетона		
φ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	0,9
φ_{b2}	учет характера разрушения	1
φ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	1
φ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%.


Трещностойкость

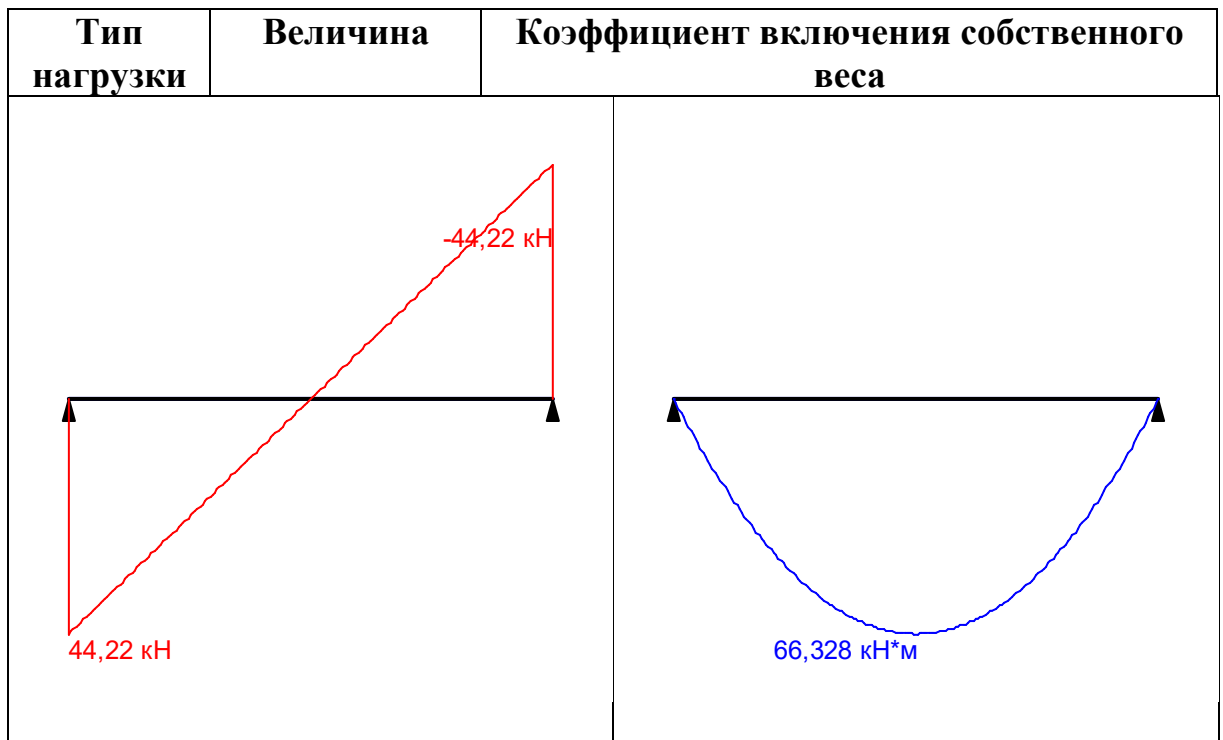
Ограниченная ширина раскрытия трещин.

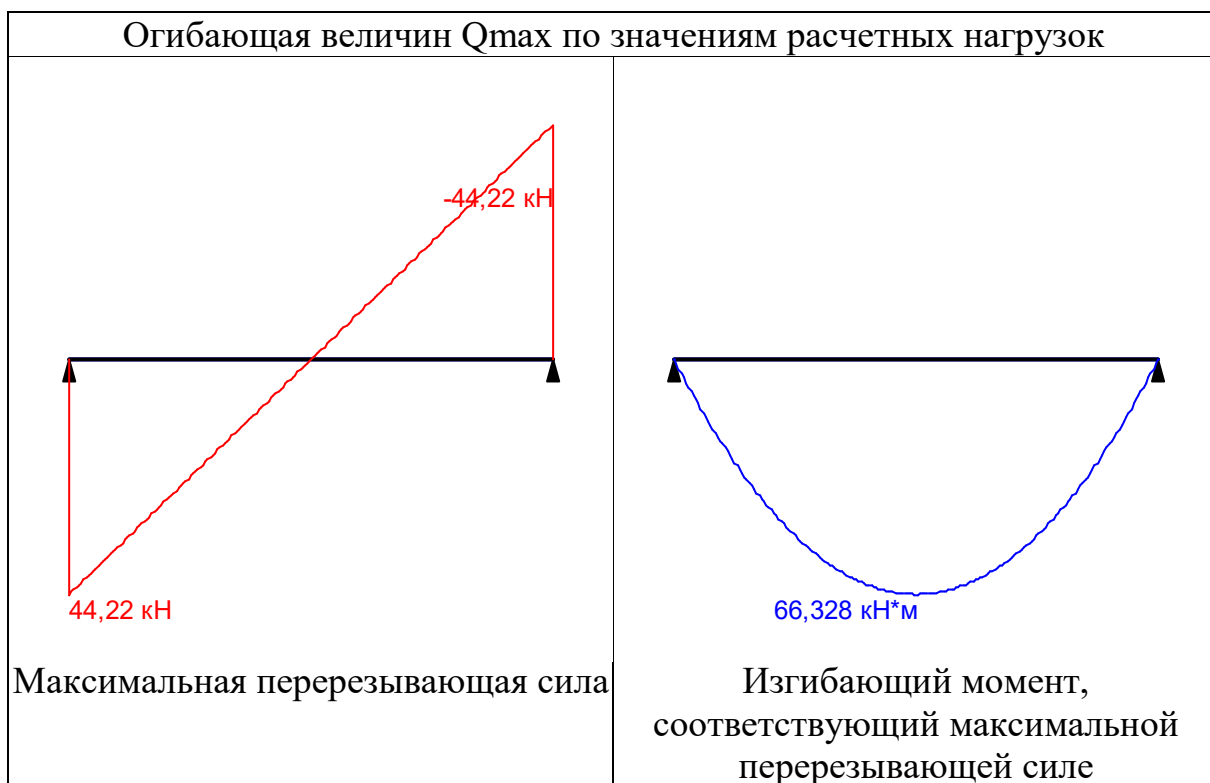
Требования к ширине раскрытия трещин выбираются из условия сохранности арматуры.

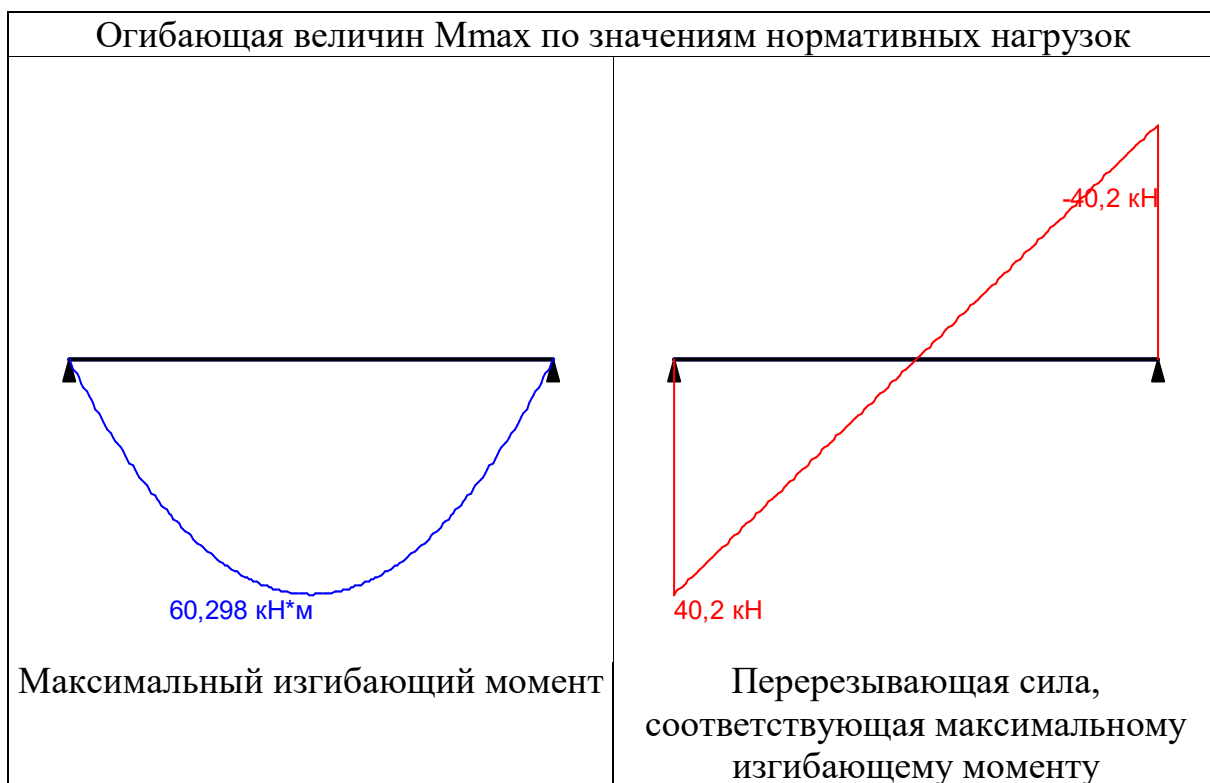
Допустимая ширина раскрытия трещин: непродолжительное раскрытие 0,4 мм; продолжительное раскрытие 0,3 мм.

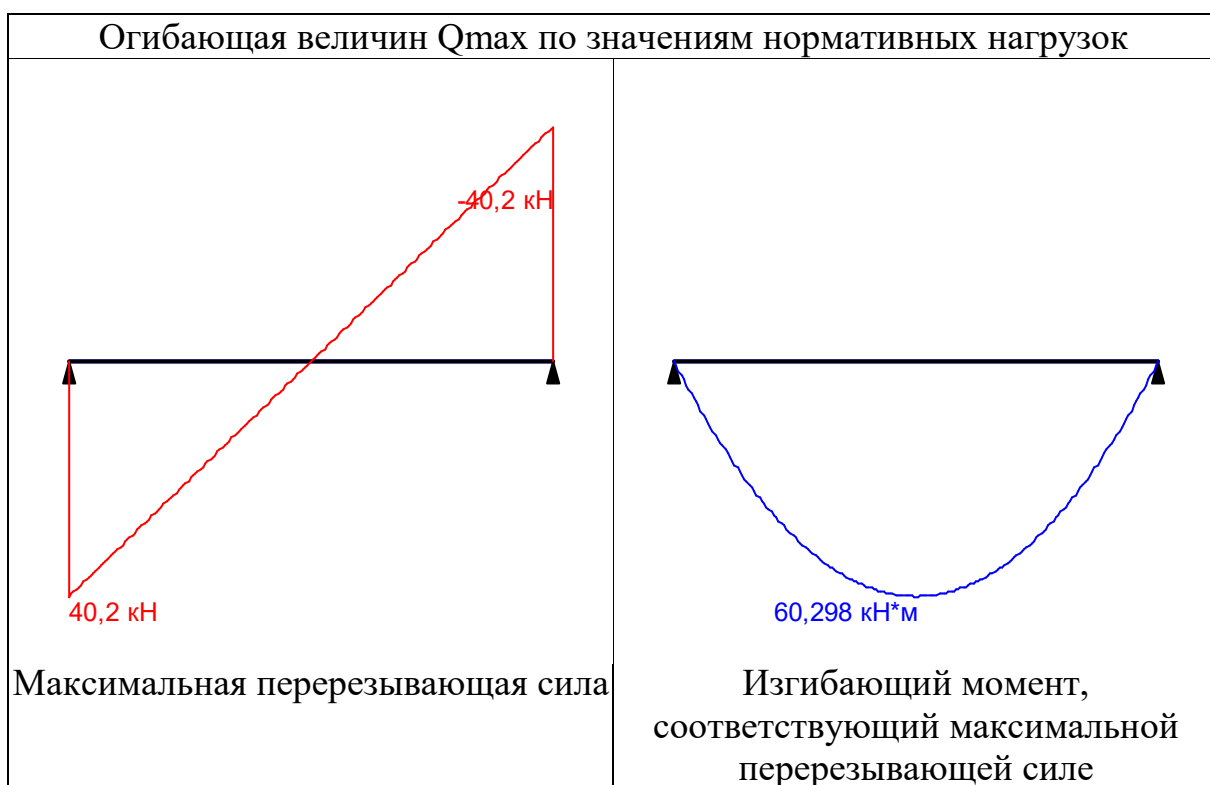
Загружение 1 - постоянное

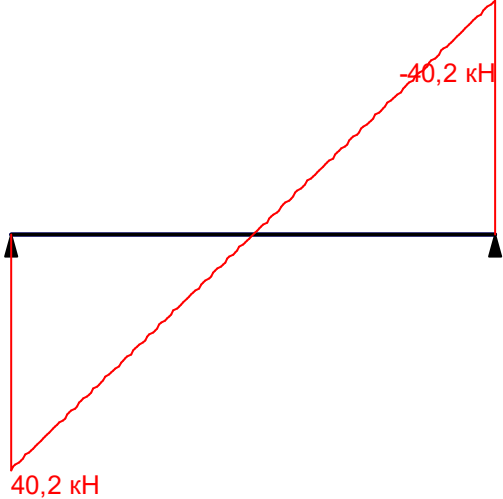
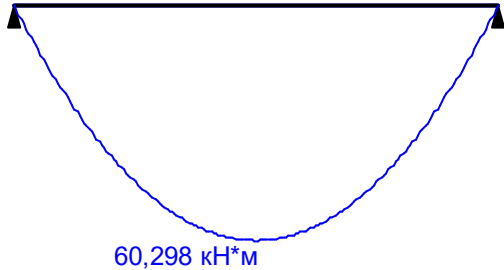
Тип нагрузки	Величина		Коэффициент включения собственного веса
длина = 6 м			
	14,74	кН/м	
Загружение 1 - постоянное Коэффициент надежности по нагрузке: 1,1 Коэффициент длительной части: 1			
<div><div></div><div>6</div><div></div></div> <div><div></div><div><div>14,74</div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div></div></div>			





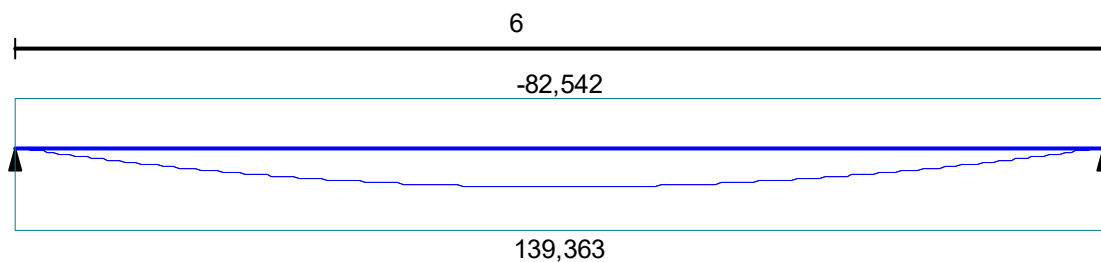




Огибающая величин Q_{\max} по значениям нормативных нагрузок	
Огибающая величин Q_{\min} по значениям нормативных нагрузок	
 <p>Минимальная перерезывающая сила</p>	 <p>Изгибающий момент, соответствующий минимальной перерезывающей силе</p>

Опорные реакции			
		Сила в опоре 1	Сила в опоре 2
		кН	кН
по критерию M_{\max}	44,22	44,22	44,22
по критерию M_{\min}	44,22	44,22	44,22
по критерию Q_{\max}	44,22	44,22	44,22
по критерию Q_{\min}	44,22	44,22	44,22
Результаты расчета			
Учас-ток	Коэффициент использования	Проверка	Проверено по СНиП
1	0,248	Прочность по предельному моменту сечения	п. 7.1.12
	0,124	Деформации в сжатом бетоне	пп. 8.1.20-8.1.30
	0,024	Деформации в растянутой арматуре	пп. 8.1.20-8.1.30
	0,332	Ширина раскрытия трещин (кратковременная)	пп. 8.2.15, 8.2.16, 8.2.6
	0,443	Ширина раскрытия трещин (длительная)	пп. 8.2.6, 8.2.15, 8.2.16
	0,102	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	пп. 8.1.32, 8.1.34
	0,161	Прочность по наклонному сечению	пп. 8.1.33, 8.1.34

Эпюра материалов по изгибающему моменту

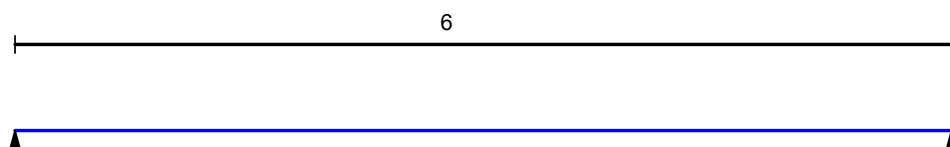


Прогиб второстепенной балки

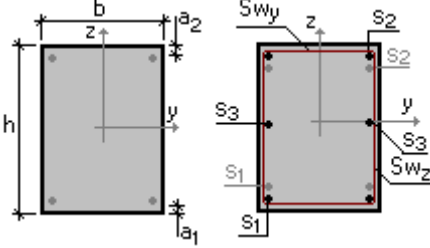
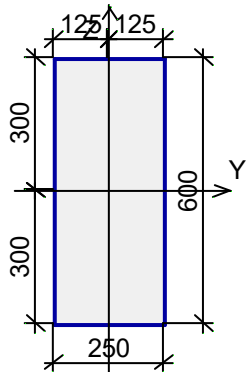
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$.

Коэффициент надежности по ответственности (2-е предельное состояние) = 1.

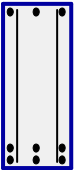
Конструктивное решение:



Сечение

 <p>$b = 250 \text{ мм}$ $h = 600 \text{ мм}$ $a_1 = 20 \text{ мм}$ $a_2 = 20 \text{ мм}$</p>			
Арматура	Класс	Коэффициент условий работы	
Продольная	A500	1	
Поперечная	A240	1	

Заданное армирование

Участок	Длина (м)	Арматура	Сечение
1	6	$S_1 - 3\varnothing 16$, второй ряд $3\varnothing 16$ Растояние в свету между рядами 30 мм) $S_2 - 3\varnothing 16$ Поперечная арматура вдоль оси Z $3\varnothing 10$, шаг поперечной арматуры 150 мм	

Бетон

Вид бетона: Тяжелый;

Класс бетона: В20;

Плотность бетона 24,525 кН/м³.

Коэффициенты условий работы бетона		
φ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	0,9
φ_{b2}	учет характера разрушения	1
φ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	1
φ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%.

Условия эксплуатации

Режим влажности бетона - Естественная влажность;

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%.

Загрузка


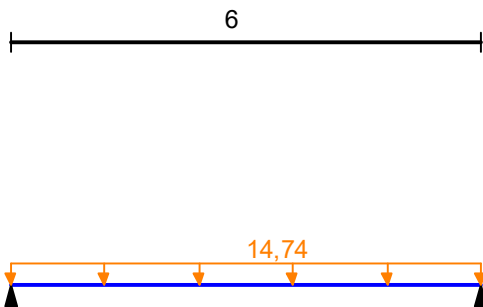
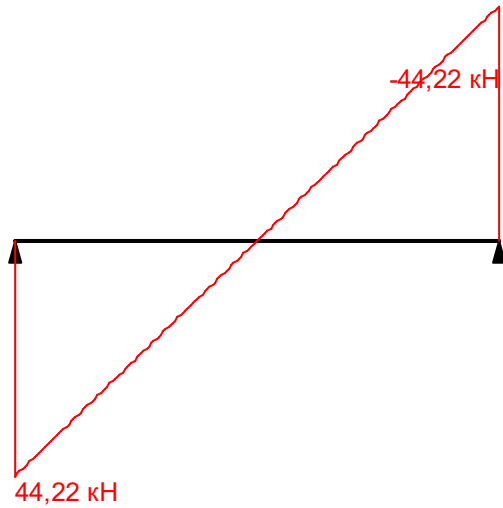
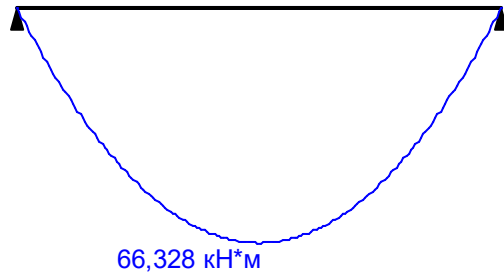
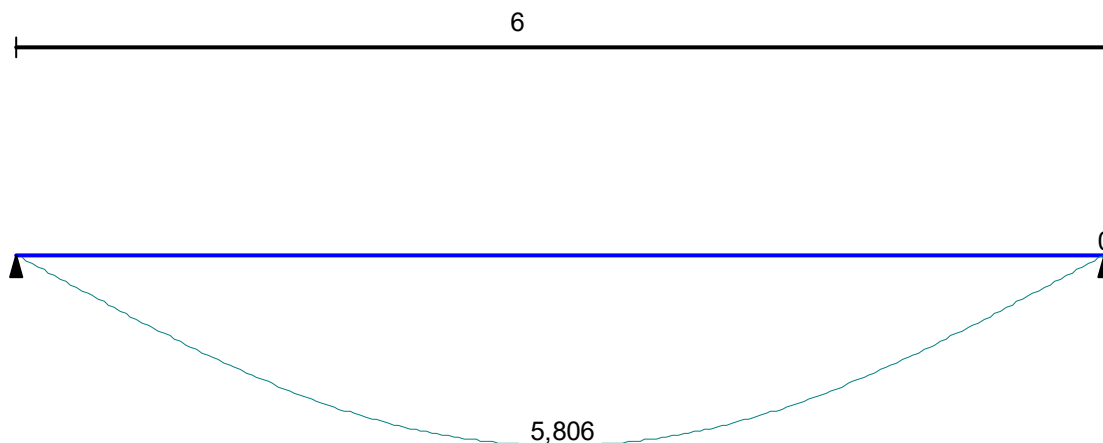
Тип нагрузки	Величина		Коэффициент включения собственного веса
длина = 6 м			
	14,74	кН/м	
Загружение Коэффициент надежности по нагрузке: 1,1 Коэффициент длительной части: 1			
			
			

Таблица 4 - Результаты расчета прогибов

Пролет	Максимальный прогиб		Минимальный прогиб	
	Величина	Привязка	Величина	Привязка
	мм	м	мм	м
пролет 1	5,806	3,015	0	6

Эпюра прогибов



Максимальный прогиб 5,806 мм.

3.1.2.2 Расчет главной балки

Назначим размеры главной балки.

Высота сечения:

$$h = 750 \text{ мм};$$

Ширина сечения:

$$b = 350 \text{ мм};$$

Подобрав сечение балки, найдем нагрузку от веса главной балки.

$$q_{\text{вгб}} = \gamma_{\text{бет}} * b * h * \gamma_f, \quad (18)$$

где: $\gamma_{\text{бет}}$ – удельная масса железобетонного изделия, кН/м³;

γ_f – коэффициент надежности по нагрузке, равный 1,1.

$$q_{\text{вгб}} = 25,1 * 0,35 * 0,75 * 1,1 = 7,25 \text{ кН/м};$$

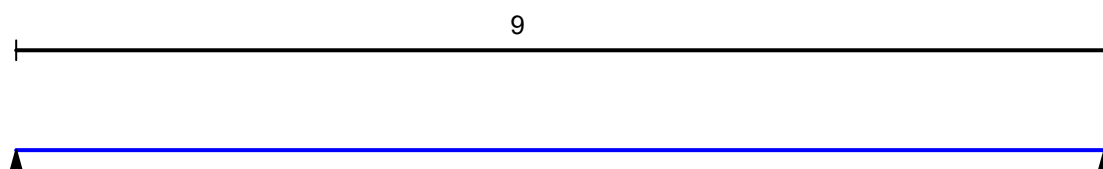
Также, нужно учитывать, что на главную балку действуют нагрузки от второстепенных балок каждый один метр как сосредоточенная сила, равные 44,22 кН.

С помощью программы SCAD Office было рассчитано армирование главной балки. Расчет выполнен в соответствии с нормативами СП [79].

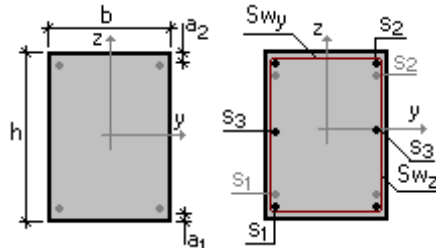
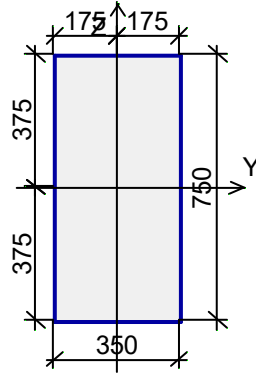
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$.

Коэффициент надежности по ответственности (2-е предельное состояние) = 1.

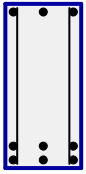
Конструктивное решение



Сечение

<div><p>$b = 350 \text{ mm}$ $h = 750 \text{ mm}$ $a_1 = 20 \text{ mm}$ $a_2 = 20 \text{ mm}$</p></div> <div></div>		
Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A500	1
Поперечная	A240	1

Заданное армирование

Участок	Длина (м)	Арматура	Сечение
1	9	$S_1 - 3\varnothing 32$, второй ряд $3\varnothing 32$ Расстояние в свету между рядами 30 мм) $S_2 - 3\varnothing 32$ Поперечная арматура вдоль оси Z $3\varnothing 10$, шаг поперечной арматуры 200 мм	

Бетон

Вид бетона: Тяжелый;

Класс бетона: B20;

Плотность бетона 24,525 кН/м³.

Коэффициенты условий работы бетона		
φ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	0,9
φ_{b2}	учет характера разрушения	1
φ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	1
φ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%.

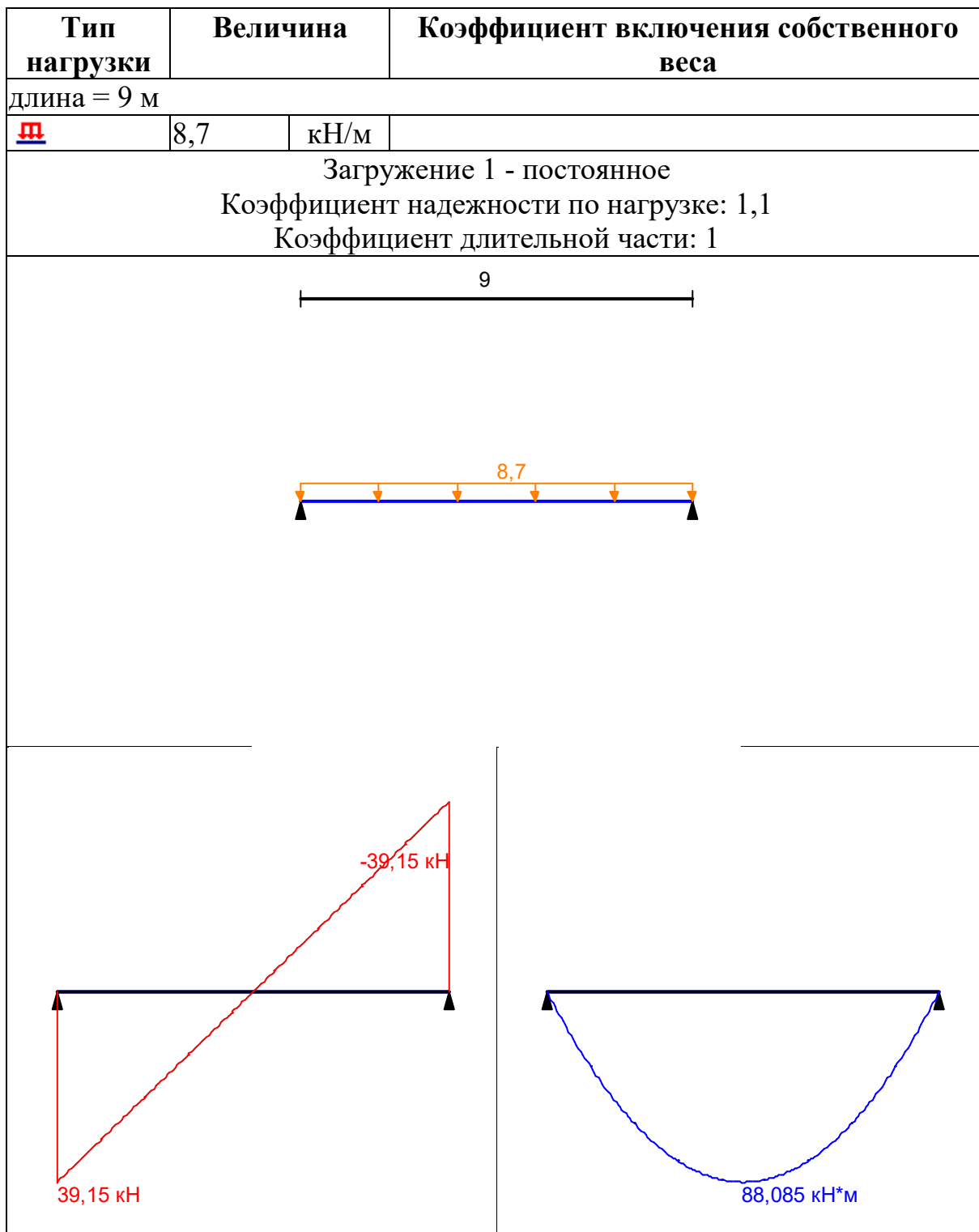
Трещиностойкость

Ограниченная ширина раскрытия трещин.

Требования к ширине раскрытия трещин выбираются из условия сохранности арматуры.

Допустимая ширина раскрытия трещин: непродолжительное раскрытие 0,4 мм; продолжительное раскрытие 0,3 мм.

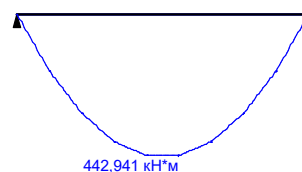
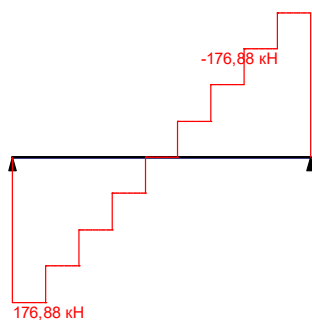
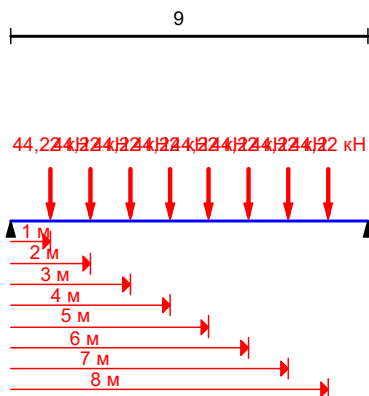
Загрузка 1 - постоянная

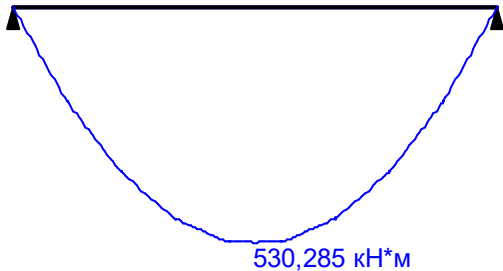
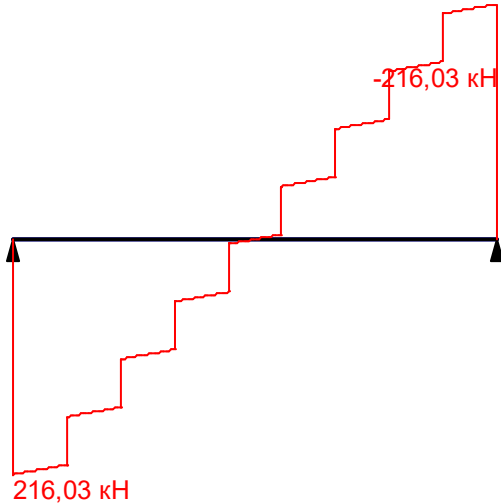
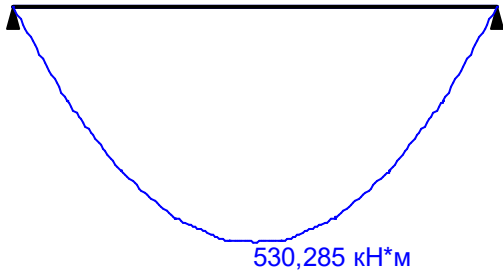
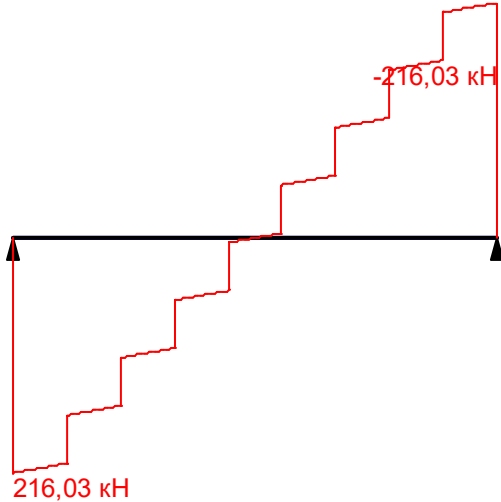


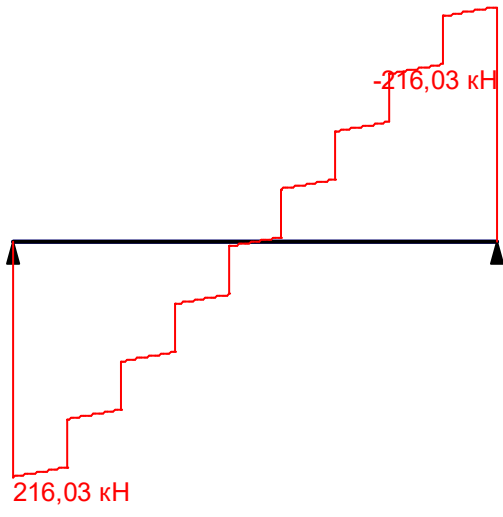
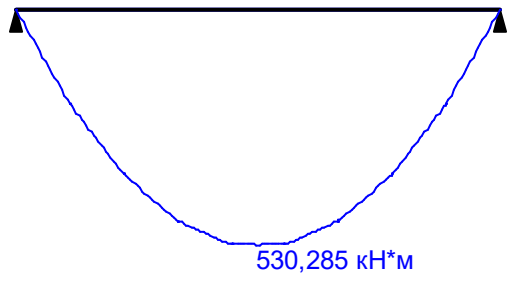
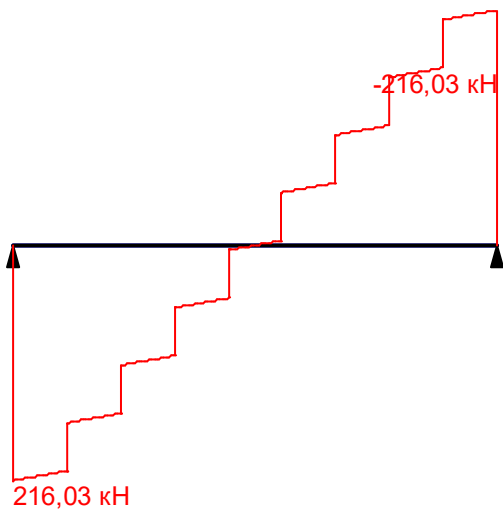
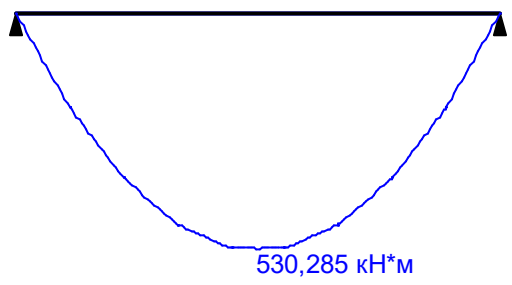
Загружение 2 - постоянное

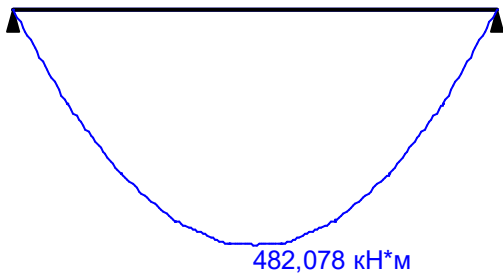
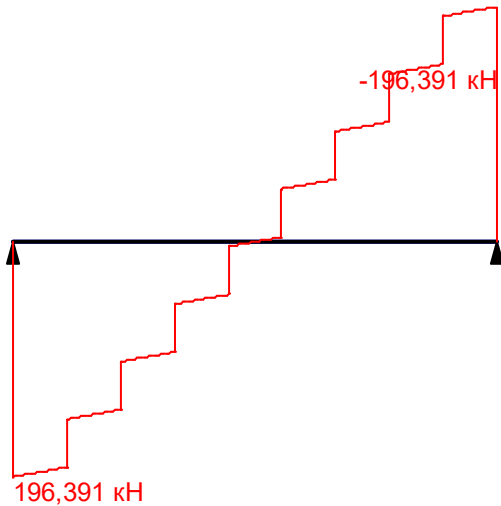
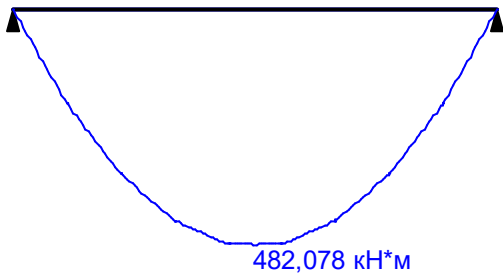
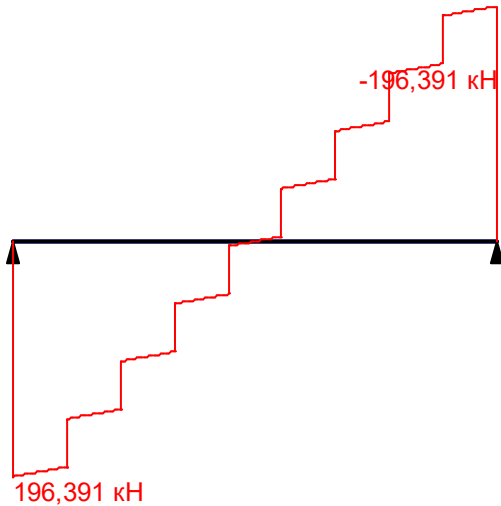
Тип нагрузки	Величина	Позиция x			Коэффициент включения собственного веса
длина = 9 м					
	44,22	кН	1	м	
	44,22	кН	2	м	
	44,22	кН	3	м	
	44,22	кН	4	м	
	44,22	кН	5	м	
	44,22	кН	6	м	
	44,22	кН	7	м	
	44,22	кН	8	м	

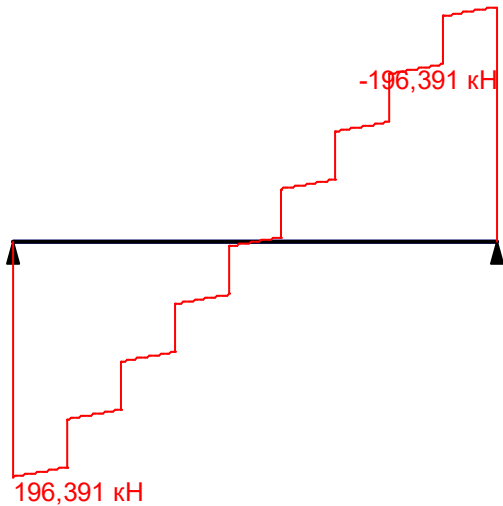
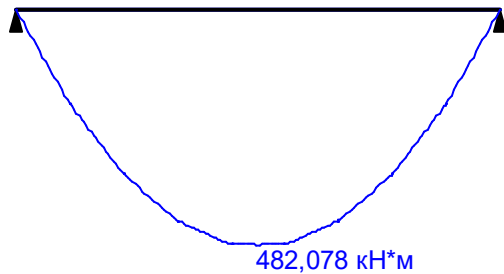
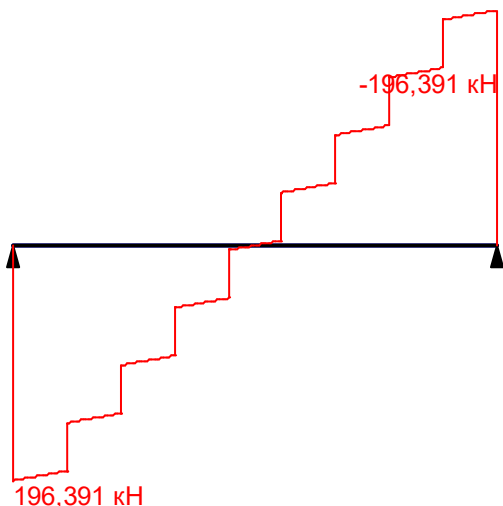
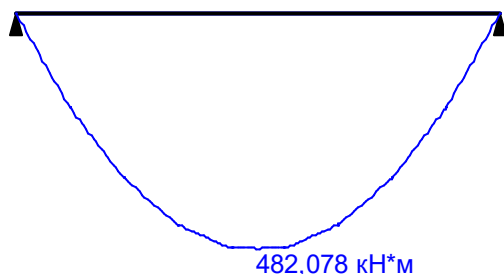
Загружение 2 - постоянное
Коэффициент надежности по нагрузке: 1,1
Коэффициент длительной части: 1



Огибающая величин M_{\max} по значениям расчетных нагрузок	
 <p>Максимальный изгибающий момент</p>	 <p>Перерезывающая сила, соответствующая максимальному изгибающему моменту</p>
Огибающая величин M_{\min} по значениям расчетных нагрузок	
 <p>Минимальный изгибающий момент</p>	 <p>Перерезывающая сила, соответствующая минимальному изгибающему моменту</p>

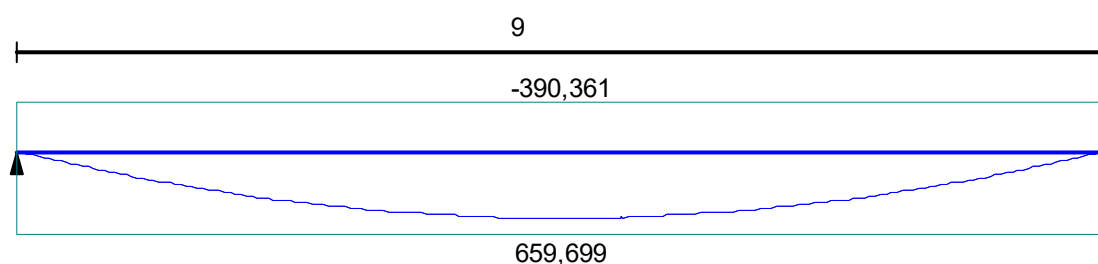
Огибающая величин Q_{\max} по значениям расчетных нагрузок	
 <p>Максимальная перерезывающая сила</p>	 <p>Изгибающий момент, соответствующий максимальной перерезывающей силе</p>
Огибающая величин Q_{\min} по значениям расчетных нагрузок	
 <p>Минимальная перерезывающая сила</p>	 <p>Изгибающий момент, соответствующий минимальной перерезывающей силе</p>

Огибающая величин M_{\max} по значениям нормативных нагрузок	
 <p>Максимальный изгибающий момент</p>	 <p>Перерезывающая сила, соответствующая максимальному изгибающему моменту</p>
Огибающая величин M_{\min} по значениям нормативных нагрузок	
 <p>Минимальный изгибающий момент</p>	 <p>Перерезывающая сила, соответствующая минимальному изгибающему моменту</p>

Огибающая величин Q_{\max} по значениям нормативных нагрузок	
 <p>Максимальная перерезывающая сила</p>	 <p>Изгибающий момент, соответствующий максимальной перерезывающей силе</p>
Огибающая величин Q_{\min} по значениям нормативных нагрузок	
 <p>Минимальная перерезывающая сила</p>	 <p>Изгибающий момент, соответствующий минимальной перерезывающей силе</p>

Опорные реакции			
		Сила в опоре 1	Сила в опоре 2
		кН	кН
по критерию M_{\max}		216,03	216,03
по критерию M_{\min}		216,03	216,03
по критерию Q_{\max}		216,03	216,03
по критерию Q_{\min}		216,03	216,03
Результаты расчета			
Учас ток	Коэффициент использования	Проверка	Проверено по СНиП
1	0,427	Прочность по предельному моменту сечения	п. 7.1.12
	0,287	Деформации в сжатом бетоне	пп. 8.1.20-8.1.30
	0,04	Деформации в растянутой арматуре	пп. 8.1.20-8.1.30
	0,598	Ширина раскрытия трещин (кратковременная)	пп. 8.2.15, 8.2.16, 8.2.6
	0,797	Ширина раскрытия трещин (длительная)	пп. 8.2.6, 8.2.15, 8.2.16
	0,285	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	пп. 8.1.32, 8.1.34
	0,7	Прочность по наклонному сечению	пп. 8.1.33, 8.1.34

Эпюра материалов по изгибающему моменту

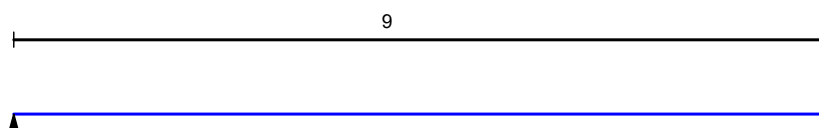


Прогиб главной балки

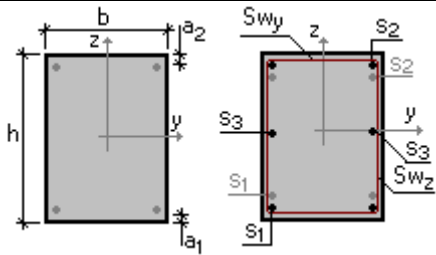
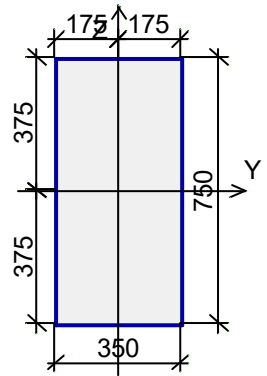
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$.

Коэффициент надежности по ответственности (2-е предельное состояние) = 1.

Конструктивное решение



Сечение

<div><p>$b = 350 \text{ мм}$ $h = 750 \text{ мм}$ $a_1 = 20 \text{ мм}$ $a_2 = 20 \text{ мм}$</p></div> <div></div>		
Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A500	1
Поперечная	A240	1

Заданное армирование

Участок	Длина (м)	Арматура	Сечение
1	9	$S_1 - 3\text{Ø}32$, второй ряд $3\text{Ø}32$ Расстояние в свету между рядами 30 мм) $S_2 - 3\text{Ø}32$ Поперечная арматура вдоль оси Z $3\text{Ø}10$, шаг поперечной арматуры 200 мм	

Бетон

Вид бетона: Тяжелый;

Класс бетона: B20;

Плотность бетона 24,525 кН/м³.

Коэффициенты условий работы бетона		
φ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	0,9
φ_{b2}	учет характера разрушения	1
φ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	1

Коэффициенты условий работы бетона		
Ф _{б5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1



Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%.

Условия эксплуатации

Режим влажности бетона - Естественная влажность;

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%.

Загружение

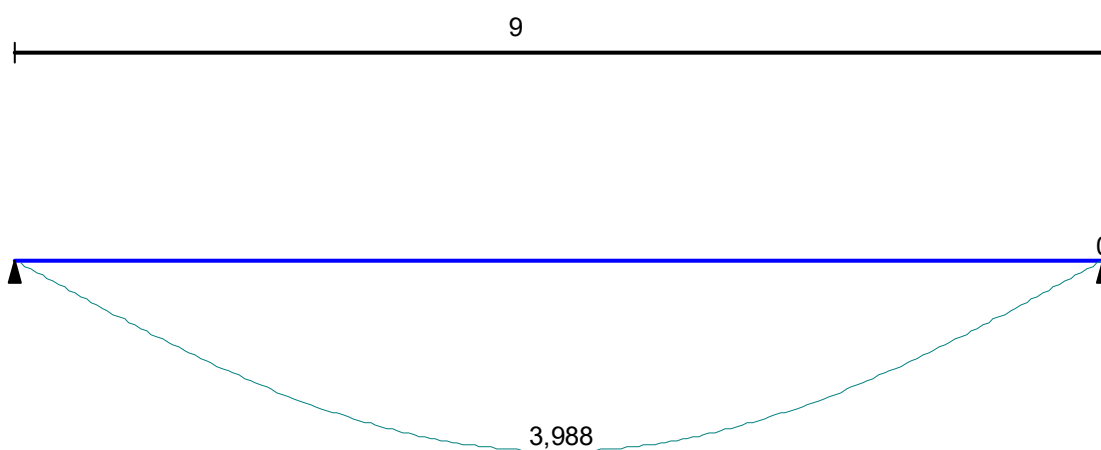
Тип нагрузки	Величина	Позиция x		Коэффициент включения собственного веса	
длина = 9 м					
	8,7	кН/м			
	44,22	кН	1	м	
	44,22	кН	2	м	
	44,22	кН	3	м	
	44,22	кН	4	м	
	44,22	кН	5	м	
	44,22	кН	6	м	
	44,22	кН	7	м	
	44,22	кН	8	м	
<div>Загружение</div> <div>Коэффициент надежности по нагрузке: 1,1</div> <div>Коэффициент длительной части: 1</div>					
<div><div><div>9</div></div><div><div>8,7</div></div></div>					

Тип нагрузки	Величина	Позиция x	Коэффициент включения собственного веса

Таблица 5- Результаты расчета прогибов

Пролет	Максимальный прогиб		Минимальный прогиб	
	Величина	Привязка	Величина	Привязка
	мм	м	мм	м
пролет 1	3,988	4,523	0	9

Эпюра прогибов



Максимальный прогиб 3,988 мм.

3.4 Основания и фундаменты

Согласно геологическим изысканиям (рис. 3.1), под фундаментом здания находится галечниковый грунт, который является очень хорошим основанием. На отметке 243,2 м располагается подошва столбчатого фундамента. На отметке 241,5 м находятся грунтовые воды.

На данном этапе все подземное пространство заполнено насыпным галечниковым грунтом, который в процессе реконструкции будет изъят, и вместо него будет сооружен подземный паркинг.

Перекрытие первого этажа выполнено «по грунту», поэтому, было решено выполнить балочную клетку, которая будет воспринимать нагрузки от перекрытия и торгового зала на первом этаже.

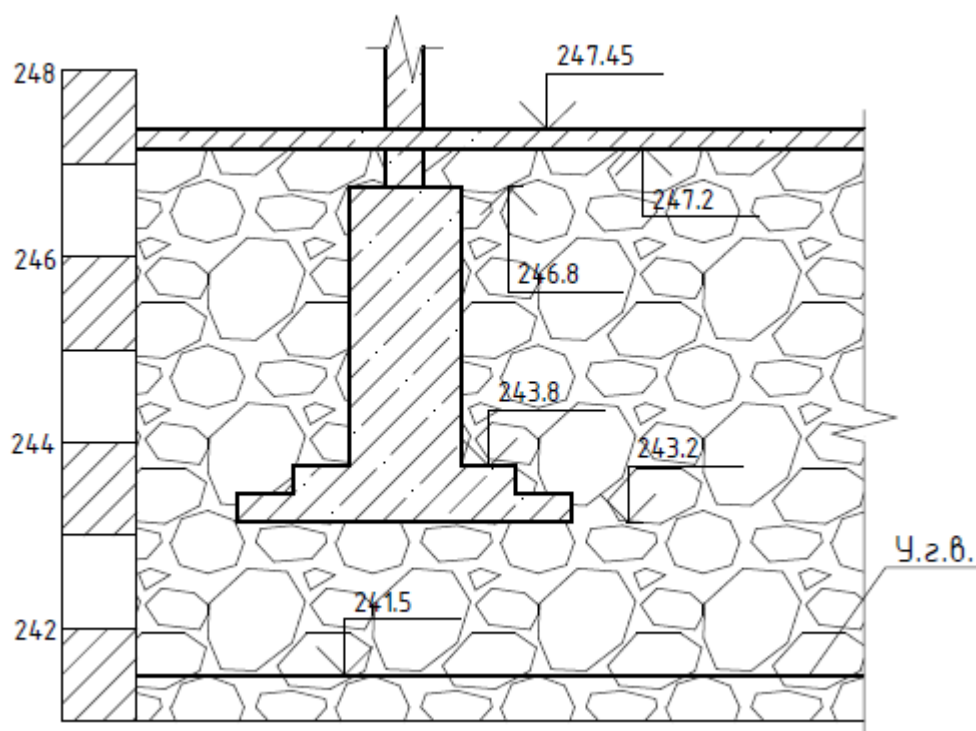


Рисунок 29 – Геологический разрез

Для того, чтобы не рухнул первый этаж или все здание, необходимо выполнить поверочный расчет фундамента.

Поверочный расчет выполняется с целью проверки фундамента и грунта под ним на несущую способность, т.е. способен фундамент и грунт выдержать нагрузку от надстраиваемых конструкций или не способен.

Поверочный расчет фундамента

На фундамент дополнительно будут действовать усилия от главных и второстепенных балок, поддерживающих перекрытие первого этажа.

Согласно расчету балочной клетки, усилия от второстепенной балки $Q_{maxВБ} = 44,22$ кН (4,5 т), а от главной балки $Q_{maxГБ} = 216,03$ кН (22,01 т).

Вычисляем расчетное сопротивление грунта основания:

$$R = \frac{\gamma_{C1} * \gamma_{C2}}{k} [M_{\gamma} * k_z * b * \gamma_{11} + M_q * d_1 * \gamma'_{11} + (M_q - 1) * d_b * \gamma'_{11} + M_c * C_{11}], \text{ т/м}^2, \quad (19)$$

где: γ_{C1} и γ_{C2} – коэффициенты условий работы, принимаемый по таблице 43 [6] и равны 1,4;

k – коэффициент, принимаемый равным $k_z = 1$, т.к. прочностные характеристики грунта определены непосредственными испытаниями;

M_{γ} , M_q , M_c – коэффициенты, принимаемые по таблице 44 [6] и равны 3,12, 13,46 и 13,37 соответственно;

k_z – коэффициент, принимаемый равным $k_z=1$, т.к. $b < 10$ м;

b – ширина подошвы фундамента, м;

γ_{11} – осредненное расчетное значение удельного веса грунтов, залегающих ниже подошвы фундамента, т/м³;

γ'_{11} – то же, залегающих выше подошвы, т/м³;

C_{11} – расчетное значение удельного сцепления грунта, залегающего непосредственно под подошвой фундамента, т/м²;

d_1 – глубина заложения фундаментов бесподвальных сооружений от уровня планировки или приведённая глубина заложения наружных и внутренних фундаментов от пола подвала (в данном случае $d_1=0,4$ м);

d_b – глубина подвала – расстояние от уровня планировки до пола подвала, м, (в данном случае принимается $d_b=0$ м, т.к. ширина подвала $B \geq 20$ м).

$$R = \frac{1,4 * 1,4}{1,1} [3,12 * 1 * 0,83 * 2,3 + 13,46 * 0,35 * 1,8 + (13,46 - 1) * 0 * 1,8 + 13 * 0,2] = 1,78 * [5,96 + 8,48 + 0 + 2,67] = 30,46 \text{ т/м}^2.$$

Для дальнейшего расчета найдем нагрузку от фундамента на грунт:

$$F_{\phi} = V_{\phi} * \rho_{\text{бет}} + V_{\text{гр}} * \rho_{\text{гр}}, \quad (20)$$

где: V_{ϕ} – объем фундамента, м³;

$\rho_{\text{бет}}$ – плотность бетона, т/м³;

$V_{\text{гр}}$ – объем грунта, м³;

$\rho_{\text{гр}}$ – плотность грунта, т/м³.

В формуле произведение объема грунта на плотность грунта будет равно нулю, т.к. на колонны грунт с боковых сторон действовать не будет.

$$F_{\phi} = 11,36 * 2,5 = 28,4 \text{ т.}$$

Напряжение, действующее на фундамент.

$$\sigma = \frac{F_v + F_{\phi}}{A}, \text{ т/м}^2; \quad (21)$$

где: F_{ϕ} – нагрузка от фундамента, т;

F_v – общая нагрузка, действующая на фундамент, т;

A – площадь фундаментной подушки, м².

Для того чтобы найти напряжение действующее на фундамент, необходимо собрать нагрузку действующую на фундамент и рассчитать общую нагрузку F_v .

Сбор нагрузки на фундамент приведен в табл. 3.1.

Таблица 6 Сбор нагрузки на фундамент.

Наименование элемента	Объем элемента, м ³	Плотность материала, т/м ³	Нагрузка, т
Постоянная нагрузка			
Колонна	4,45	2,5	11,13
Опоры балочной клетки	–	–	26,51
Временная нагрузка			
Торговый зал	Нормативная нагрузка, т/м ²	Площадь действия, м ²	Нагрузка, т
	0,4	27	10,8
Общая нагрузка			48,44

$$\sigma = \frac{28,4+48,44}{15,12} = 5,1 \text{ т/м}^2.$$

Теперь сравним значения сопротивления грунта основания R и напряжение действующее на фундамент σ :

$$R = 30,46 \text{ т/м}^2 \geq \sigma = 5,1 \text{ т/м}^2.$$

Из неравенства видно, что сопротивление грунта основания R больше, чем напряжение действующее на фундамент σ , следовательно, данный фундамент выдержит возводимую балочную клетку.

3.3 Расчет подпорной стенки

Для того чтобы грунт не засыпался в повальное пространство, по периметру подвала предусматривается подпорная стенка, выполняемая монолитной плитой.

Для определения толщины подпорной стенки, необходимо определить активное давление грунта на подпорную стенку, E_q , т/м:

$$E_q = \frac{\gamma \cdot h^2}{2} * \operatorname{tg}^2(45 - \frac{\varphi}{2}), \text{ т/м}, \quad (22)$$

где: γ – плотность грунта, т/м³;

h – высота действия грунта на подпорную стенку, м;

φ – угол внутреннего трения грунта.

$$E_q = \frac{2,3 \cdot 3,6^2}{2} * \operatorname{tg}^2\left(45 - \frac{43}{2}\right) = 2,76 \text{ т/м}.$$

Исходя из этой нагрузки от грунта на подпорную стенку, принимаем её ширину равной 200 мм и выполненной из монолита.

6. План работ по созданию подвального этажа в ТЦ «Саяны»

I этап. Создание балочной клетки

1. Демонтаж асфальтового покрытия, отмостки, разборка облицовочной кирпичной кладки выполняется по северному фасаду здания (см. план демонтажных работ)
2. Выборку грунта вблизи здания производить экскаватором на глубину 2

- метров, расстояние от здания – 3 метра. Устройство анкерного крепления захватки с вертикальными откосами, толщина стоек 15 см
3. Извлечение грунта вручную на высоту 2 метров с креплением первой стойки через 0,2 метра от края цокольной панели и далее с шагом 1,2 метра между стойками. После проходки в 3 сектора штольни следует начинать проходку в сторону фундамента. По противоположной выставленной штольне стороне также ведется монтаж секторов. Получившийся «проем» между фундаментами служит местом монтажа опалубки главной балки.
 4. По центрам граней фундамента извлекается грунт (сечение выемки 0,5х0,5 м) до ступени, устанавливается арматурный каркас и опалубка, ведутся монолитные работы по созданию столбиков под главную балку, служащих также усилением фундамента.
 5. При полной проходке секторами штольни от фундамента крайнего ряда до фундамента среднего ряда производится зачистка бетонных полов, анкеровка закладных деталей к нижней поверхности бетонных полов.
 6. Производится монтаж арматурного каркаса и опалубки главной балки. Арматурный каркас увязывается с закладными деталями и оголенной арматурой столбика, также при выполнении данных работ необходимо учесть возможность оголения края оголовка фундамента для совместной работы фундамента и столбика.
 7. Производятся бетонирование главной балки через отверстия, предусмотренные в опалубке.
 8. Выполняется проходка по следующему ряду фундаментов.
 9. После окончания работ по созданию главной балки противоположного ряда фундаментов и набора бетона минимум 70% прочности производится полная выработка грунта в «ячейке» с последующим частичным демонтажем штольни. В первую очередь демонтируются ближайшие к фундаментам элементы и выполняются работы по созданию несущих столбиков второстепенных балок (по буквенным осям)
 10. Зачистка, анкеровка закладных деталей, устройство каркаса и опалубки

(следует учитывать разную высоту столбиков по цифровым и буквенным осям) крайних второстепенных балок. Бетонирование второстепенных балок.

11. Полный демонтаж штольни в «ячейке», устройство второстепенных балок (без анкеровки закладных деталей).
12. Переход звена на следующую ячейку.

II этап. Возведение подпорных стен и устройство монолитных ж/б плит.

1. После завершения работ производится разработка грунта под зданием на отметку до -3,650 м (первой ступени фундамента) мини-погрузчиком Bobcat Model S510. Устраивается временная дорога с уклоном 13%. При проведении работ необходимо не допустить перекоп для предотвращения нарушения структуры грунта и возможных последующих деформаций.
2. Уплотнение грунта под полы производится катком до коэффициента уплотнения грунта $K_y = 0,92$;
3. Выполнение монолитных ж/б плит по периметру здания.
4. Устройство подпорных стен между столбиками фундаментов с заделкой в цокольные панели
5. Демонтаж боковых элементов опалубки следует производить после достижения бетоном прочности, обеспечивающей сохранность поверхности и кромок уголков от повреждений с разрешения строительной лаборатории
6. Гидротеплоизоляция подпорной стены
7. Обратная засыпка осуществляется бульдозером ДЗ-42 с уплотнением паух до коэффициента уплотнения $K_y = 0,9$

Заключение

Диссертационная работа Коптева Виталия Михайловича является результатом обучения в магистратуре ХТИ - филиала СФУ по направлению «Теория и проектирование зданий и сооружений» (уровень магистратуры).

Тема работы является актуальной в связи с возрастающим дефицитом в центре города парковочных мест и рисками при возведении подземного пространства с непрекращающейся эксплуатацией 1-го этажа над сооружаемой под ним парковкой. Разработана технология, которая может использоваться в качестве основы для разработки реальных проектов. Проведены эксперименты на бетонной отмостке с шириной штольни 80 см и 1,2 м для определения расстояния выемки грунта и размеров временных конструкций с безопасной работой над эксплуатируемым первым этажом. Произведен эксперимент по определению прочностных характеристик бетона. Первые испытания бетонных полов показали работоспособность гипотезы о возможности работы под эксплуатируемым первым этажом. Эффективность арочного эффекта предстоит доказать новыми опытами, но целесообразность использования подземного пространства без разбивки (снятия) бетона позволит этот метод использовать для развития подземного пространства. Произведены расчеты конструктивных элементов балочной клетки, составлен поэтапный план по созданию подвального этажа.

Список используемых источников

1. ГОСТ 26633-91 Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия (с Изменениями N 1, 2, с Поправкой)
[Электронный доступ] <http://docs.cntd.ru/document/9052221>
2. ГОСТ 10180-2012 Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам
[Электронный доступ] <http://docs.cntd.ru/document/1200100908>
3. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* (с Изменениями N 1, 2)
[Электронный доступ] <http://docs.cntd.ru/document/456044318>
4. СП 473.1325800.2019 Здания, сооружения и комплексы подземные. Правила градостроительного проектирования
[Электронный доступ] <http://docs.cntd.ru/document/564543320>
5. СП 42.13330.2016 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89* (с Изменениями N 1, 2)
[Электронный доступ] <http://docs.cntd.ru/document/456054209>
4. В.П. Петрухин, И.В. Колыбин, Д.Е. Разводовский (НИИОСП) Ограждающие конструкции котлованов, методы строительства подземных и заглубленных сооружений, 2012 г. – 17 с.
[Электронный доступ] http://инженер.орг.рф/dat/codes_doc_1666.pdf
5. СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83* (с Изменениями N 1, 2, 3)
[Электронный доступ] <http://docs.cntd.ru/document/456054206>
6. Рекомендации по проектированию и устройству оснований, фундаментов и подземных сооружений при реконструкции гражданских зданий и исторической застройки, Указание Москомархитектуры от 3 июля 1998 года №21
[Электронный доступ] <http://docs.cntd.ru/document/1200003455>

7. В.А. Дементьева, А.Г. Шашкин, В.С. Рахманов, В.Л. Бурыгин
«Каменноостровский театр. Синтез достижений реставрации и геотехники» -
СПб.: Издательство института «Геореконструкция». 2014. 272с.
[Электронный доступ] <http://georeconstruction.ru/books/theatre.pdf>
8. Улицкий В.М., Шашкин А.Г., Шашкин К.Г.
Л.25 Гид по геотехнике (путеводитель по основаниям, фундаментам и
подземным сооружениям)./ ПИ «Геореконструкция» – СПб. 2012. – 288 с.
[Электронный доступ] <http://georeconstruction.ru/books/geotechnical-guidebook-rus.pdf>
9. В.М. Улицкий, А.Г. Шашкин, К.Г. Шашкин
Геотехническое сопровождения развития городов (практическое пособие по
проектированию зданий и подземных сооружений в условиях плотной
застройки): "Стройиздат Северо-Запад", Группа компаний "Геореконструкция"
- СПб. 2010. - 501 с.
[Электронный доступ] <http://georeconstruction.ru/books/ulitsky-shashkin.pdf>
10. Пинто А., Гувэйа М. ТеатроСирко: работы по усилению фундаментов при
увеличении подземного пространства Столетнего Театра.– СПб: Реконструкция
городов и геотехническое строительство, № 7, 2003-2004. С.169-174.
[Электронный доступ] <https://docplayer.ru/80765589-Teatro-sirko-raboty-po-ukrepleniyyu-fundamentov-pri-uvelichenii-podzemnogo-prostranstva-stoletnego-teatra.html>
11. Челюканова Екатерина Эриковна, Горбунова Валентина Сергеевна.
Подземное пространство как резерв дополнительной полезной площади.
Журнал «Перспективы науки и образования» 2013 г.
[Электронный доступ] <https://cyberleninka.ru/article/n/podzemnoe-prostranstvo-kak-rezerv-dopolnitelnoy-poleznoy-ploschadi>
12. Петренко Е.В. Петренко И.Е. Методология проектирования подземных
сооружений. Журнал «Горный информационно-аналитический бюллетень
(научно-технический журнал)» 2013 г.

[Электронный доступ] <https://cyberleninka.ru/article/n/metodologiya-proektirovaniya-podzemnyh-sooruzheniy>

13. Макишин Валерий Николаевич. Рациональное использование подземного пространства в хозяйственных целях. Журнал «Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук». 2005 г.

[Электронный доступ] <https://cyberleninka.ru/article/n/ratsionalnoe-ispolzovanie-podzemnogo-prostranstva-v-hozyaystvennyh-tselyah>

14. Абрамов Н.Н. Епимахов Ю.А. Геофизический контроль состояния подземных сооружений. Журнал «Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)» 2011 г.

[Электронный доступ] <https://cyberleninka.ru/article/n/geofizicheskiy-kontrol-sostoyaniya-podzemnyh-sooruzheniy>

15. Куликова Е.Ю. Методы оценки осадки грунтов и строений в радиусе влияния городских подземных сооружений. Журнал «Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)». 2004 г.

[Электронный доступ] <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-otsenki-osadki-gruntov-i-stroeniy-v-radiuse-vliyaniya-gorodskih-podzemnyh-sooruzheniy-1>

16. Лернер В.Г. Петренко Е.В. Петренко И.Е. Освоение подземного пространства больших городов. Журнал «Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)» 2000 г.

[Электронный доступ] <https://cyberleninka.ru/article/n/osvoenie-podzemnogo-prostranstva-bolshih-gorodov>

17. Пустовойтенко В.П. Гавриш О.Р. Организация комплексного освоения подземного пространства мегаполисов. Журнал «Наука и прогресс транспорта. Вестник Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта» 2010 г.

[Электронный доступ] <https://cyberleninka.ru/article/n/organizatsiya-kompleksnogo-osvoeniya-podzemnogo-prostranstva-megapolisov>

18. Стетюха Владимир Алексеевич. Повышение энергоэффективности подземных сооружений на основе оптимизации теплоизоляции. Журнал

«Вестник Забайкальского государственного университета» 2016 г.

[Электронный доступ] <https://cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-energoeffektivnosti-podzemnyh-sooruzheniy-na-osnove-optimizatsii-teploizolyatsii>

19. А.В. Корчак Проблемы, направления и пути решения задач освоения подземного пространства мегаполисов. Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал), 2014 г.

[Электронный доступ] <https://cyberleninka.ru/article/n/problemny-napravleniya-i-puti-resheniya-zadach-osvoeniya-podzemnogo-prostranstva-megapolisov>

20. М.С. Рудняк. Обзор опыта использования городского подземного пространства. Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал), 2002

[Электронный доступ] <https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-opyta-ispolzovaniya-gorodskogo-podzemnogo-prostranstva>

21. Вартанов Александр Зараирович, Петров Иван Васильевич, Федаш Анатолий Владимирович Основные тенденции подземного строительства и освоения недр городов и проблемы проектирования подземных объектов в мегаполисах и зонах градопромышленных агломераций // ГИАБ. 2015. №10.

[Электронный доступ] <https://cyberleninka.ru/article/n/osnovnye-tendentsii-podzemnogo-stroitelstva-i-osvoeniya-nedr-gorodov-i-problemy-proektirovaniya-podzemnyh-obektov-v-megapolisah-i-zonah>

22. Козлов Павел геннадьевич, Федюк Роман Сергеевич, Лисейцев Юрий Леонидович, Смелый Дмитрий Алексеевич. Формирование инфраструктуры современных городов с использованием подземного пространства. Журнал: Современные научные исследования и инновации. Издательство:

Международный научно-инновационный центр (Москва), 2018 г., 52с.

[Электронный доступ] <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32518472>

23. Храбатина Н.В., Пусный Л.А., Дубино А.М. Освоение подземного пространства мегаполисов // Вестник БГТУ имени В.Г. Шухова. 2018. №1.

[Электронный доступ] <https://cyberleninka.ru/article/n/osvoenie-podzemnogo-prostranstva-megapolisov>

24. Денисова Ю.В. К вопросу необходимости освоения подземного пространства городов / Ю. В. Денисова, Г. В. Коренькова // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. - 2016. - №11. - С. 99 -103.
[Электронный доступ] <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-neobhodimosti-osvoeniya-podzemnogo-prostranstva-gorodov>
25. Е.Ю. Куликова. Надежность и безопасность освоения подземного пространства городов. Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)Издательство: Общество с ограниченной ответственностью "Горная книга" (Москва) 2014,
[Электронный доступ] <https://www.elibrary.ru/contents.asp?issueid=1247664>
26. Мангушев Р. А., Осокин А. И., Левинская П. Г. Перспективы устройства подземных паркингов в условиях стесненной застройки исторического центра Санкт-Петербурга. Вопросы проектирования и устройства надземных и подземных конструкций зданий и сооружений. Межвузовский тематический сборник трудов. Санкт-Петербург, 2018. Издательство: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет (Санкт-Петербург).
[Электронный доступ] <https://cyberleninka.ru/article/n/predlozheniya-i-rekomendatsii-po-razvitiyu-stroitelstva-podzemnyh-parkingov-v-istoricheskom-tsentre-sankt-peterburga>
27. Борисевич К.Г. Возможности и перспективы строительства подземных паркингов при реконструкции зданий в условиях Санкт-Петербурга. ЖУРНАЛ "Инновационная наука", 2016
[Электронный доступ] <https://cyberleninka.ru/article/n/vozmozhnosti-i-perspektivy-stroitelstva-podzemnyh-parkingov-pri-rekonstruktsii-zdaniy-v-usloviyah-sankt-peterburga>
28. Агарков А.В., Муляр Р.С., Кавера А.Л. Обеспечение безопасности труда в подземном градостроительстве Источник: инновационные перспективы Донбасса, Материалы 3-й Международной научно-практической конференции. 2017

- Издательство: Донецкий национальный технический университет (Донецк)
[Электронный доступ] <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=31089348>
29. Лебедев И.О., Кириллов А.И., Чугунов А.С. Технология "top down" - современное технологическое решение в строительстве; Журнал: Вестник студенческого научного общества. Издательство: Санкт-Петербургский государственный аграрный университет (Санкт-Петербург)
[Электронный доступ] <https://www.elibrary.ru/contents.asp?id=35122399>
30. Broere, W. (2016) Urban Underground Space: Solving the Problems of Today's Cities. Tunnelling and Underground Space Technology, 55, 245-248.
[Электронный доступ]
<https://www.scirp.org/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=2291120>
31. Pei Zhang. Japanese Ways of Developing Urban Underground Recreation Space. JOURNAL NAME: World Journal of Engineering and Technology, Vol.6 No.2, May 31, 2018
[Электронный доступ]
<https://www.scirp.org/journal/paperinforcitation.aspx?paperid=85043>
32. Li Xiao Zhaoa, Li Congcong, Parriaux Aurèle, Wu Wenbo, Li HuanQing, Sun Liping, Liu Chaoa. Multiple resources and their sustainable development in Urban Underground Space. Tunnelling and Underground Space Technology. Volume 55, May 2016, Pages 59-66
[Электронный доступ] <https://www.semanticscholar.org/paper/Multiple-resources-and-their-sustainable-in-Urban-Li-Li/4359405c263a624a54b5f461fc84780e1169bbea>
33. Quan Zhen. Development and Utilization of Urban Underground Space Published 1 March 2019 • Published under licence by IOP Publishing Ltd IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 242, Issue 5
[Электронный доступ] <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41528798>
34. Olga Gamayunova; Eliza Gumerova. Solutions to the Urban Problems by Using of Underground Space. Procedia Engineering. Volume 165, 2016, Pages 1637-1642
[Электронный доступ] <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29181282>

35. Г.В. Сопегин, Д.Н. Сурсанов. Перспективы применения технологии строительства методом «top-down» в условиях города Перми Журнал "Основания и фундаменты. Геотехника территорий" 2016 г.
[Электронный доступ] <https://www.elibrary.ru/contents.asp?id=34223622>
36. Я.Е. Язев, О.В. Петренева Освоение подземного пространства под реконструируемым зданием. Анализ публикаций и патентные исследования Современные технологии в строительстве. Теория и практика (2017) с.330-343. Издательство: Пермский национальный исследовательский политехнический университет (Пермь)
[Электронный доступ] <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35090220>
37. Шашкин А.Г. Модификация метода top-down для условий реставрации и реконструкции исторического здания // Жилищное строительство. Подземное строительство: Научно-технический и производственный журнал – 2009. – № 2. – С. 25–30.
[Электронный доступ] <https://www.elibrary.ru/contents.asp?id=33282277>
38. Пустовойтенко В. П., Гавриш О. Р. Организация комплексного освоения подземного пространства мегаполисов // Наука и прогресс транспорта. Вестник Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта. 2010. №32.
[Электронный доступ] <https://cyberleninka.ru/article/n/organizatsiya-kompleksnogo-osvoeniya-podzemnogo-prostranstva-megapolisov>
39. Точина В.П., Попов А.Д., Танкова Н.А. Принципы и методы реновации промышленных объектов в мировой практике // Вестник БГТУ имени В.Г. Шухова. 2019. №6.
[Электронный доступ] <https://cyberleninka.ru/article/n/printsiipy-i-metody-renovatsii-promyshlennyh-obektov-v-mirovoy-praktike>
41. Шашкин А.Г., Богов С.Г. Использование технологии jet grouting при устройстве подземного объема в условиях слабых глинистых грунтов // Жилищное строительство. 2014. №9. [Электронный доступ]

<https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-tehnologii-jet-grouting-pri-ustroystve-podzemnogo-obemav-usloviyah-slabyh-glinistyh-gruntov>

42. Мангушев Р.А., Осокин А.И. Устройство подземного пространства при реконструкции административного здания // Жилищное строительство. 2014. №9.

[Электронный доступ] <https://cyberleninka.ru/article/n/ustroystvo-podzemnogo-prostranstva-pri-rekonstruktsii-administrativnogo-zdaniya>

43. Савинов Алексей Валентинович Освоение подземного пространства при реконструкции Саратовской областной филармонии им. А. Шнитке // Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура. 2014. №3.

[Электронный доступ] <https://cyberleninka.ru/article/n/osvoenie-podzemnogo-prostranstva-pri-rekonstruktsii-saratovskoy-oblastnoy-filarmonii-im-a-shnitke>

44. Борисевич К.Г. Возможности и перспективы строительства подземных паркингов при реконструкции зданий в условиях Санкт-Петербурга // Инновационная наука. 2016. №12-2.

[Электронный доступ] <https://cyberleninka.ru/article/n/vozmozhnosti-i-perspektivy-stroitelstva-podzemnyh-parkingov-pri-rekonstruktsii-zdaniy-v-usloviyah-sankt-peterburga>

45. Калошина С.В. Основные предпосылки и сдерживающие факторы в освоении подземного пространства города Перми // Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура. 2016. №3.

[Электронный доступ] <https://cyberleninka.ru/article/n/osnovnye-predposylki-i-sderzhivayushchie-faktory-v-osvoenii-podzemnogo-prostranstva-goroda-permi>

46. Сысоев А.К. Долговечность железобетонных и металлических конструкций подземного сооружения // ИВД. 2019. №1 (52).

[Электронный доступ] <https://cyberleninka.ru/article/n/dolgovechnost-zhelezobetonnyh-i-metallicheskih-konstruktsiy-podzemnogo-sooruzheniya>

47. Серова Е.А., Чунюк Д.Ю. Проблемы выбора технологии при строительстве подземных и заглубленных сооружений // Вестник МГСУ. 2009. №3.

[Электронный доступ] <https://cyberleninka.ru/article/n/problemny-vybora-tehnologii-pri-stroitelstve-podzemnyh-i-zaglublennyh-sooruzheniy-1>

48. Иванюк Светлана Александровна, Вольнягин Евгений Александрович
Решение проблемы паркования личного автотранспорта в сложившихся
условиях на примере города Абакана // Вестник ХГУ им. Н.Ф. Катанова. 2019.
№30.

[Электронный доступ] <https://cyberleninka.ru/article/n/reshenie-problemy-parkovaniya-lichnogo-avtotransporta-v-slozhivshih-sya-usloviyah-na-primere-goroda-abakana>

49. По информации ГИБДД Абакана, ежегодно количество частного транспорта
на улицах города увеличивается на одну тысячу автомобилей // Муниципальное
образование город Абакан: официальный сайт.

[Электронный доступ] <http://мэрия.абакан.рф/administration/news/3066/3080.html>

50. СП 113.13330.2016 Стоянки автомобилей. Актуализированная редакция
СНиП 21-02-99* (с Изменением N 1)

[Электронный доступ] <http://docs.cntd.ru/document/456044290>

51. Воропаев Л.Ю. Функциональное взаимодействие автостоянок и жилых
комплексов // Жилищное строительство. 2017. №8.

[Электронный доступ] <https://cyberleninka.ru/article/n/funktsionalnoe-vzaimodeystvie-avtostoyanok-i-zhilyh-kompleksov>

52. Игнатьев Юрий Вадимович Возведение автомобильных стоянок и парковок
в крупных городах // Вестник ЮУрГУ. Серия: Строительство и архитектура.
2012. №17 (276).

[Электронный доступ] <https://cyberleninka.ru/article/n/vozvedenie-avtomobilnyh-stoyanok-i-parkovok-v-krupnyh-gorodah>

53. ГОСТ 27751-2014 Надежность строительных конструкций и оснований.
Основные положения (Переиздание)

[Электронный доступ] <http://docs.cntd.ru/document/1200115736>

54. Осокин А.И., Денисова О.О., Шахтарина Т.Н. ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ
ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОДЗЕМНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В УСЛОВИЯХ

ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ // Жилищное строительство. 2014. №3.

[Электронный доступ] <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologicheskoe-obespechenie-podzemnogo-stroitelstva-v-usloviyah-gorodskoy-zastroyki>

55. Кудрявцева Светлана Петровна, Макаренко Мария Валерьевна
Архитектурная среда зданий с использованием подземных пространств // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2017. №2 (20).

[Электронный доступ] <https://cyberleninka.ru/article/n/arhitekturnaya-sreda-zdaniy-s-ispolzovaniem-podzemnyh-prostranstv>

56. Ербахаев Владислав Олегович Методы возведения подземных зданий и сооружений. Поярусный способ // Вестник ИпГТУ. 2014. №7 (90).

[Электронный доступ] <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-vozvedeniya-podzemnyh-zdaniy-i-sooruzheniy-poyarusnyy-sposob>

57. Нестеров Владимир Павлович Оптимизация строительных процессов при строительстве в стесненных условиях // E-Scio. 2019. №11 (38).

[Электронный доступ] <https://cyberleninka.ru/article/n/optimizatsiya-stroitelnyh-protsessov-pri-stroitelstve-v-stesnennyh-usloviyah>

58. Ледяев А. П. Подземное решение транспортных проблем города // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2008. №4.

[Электронный доступ] <https://cyberleninka.ru/article/n/podzemnoe-reshenie-transportnyh-problem-goroda>

59. Шуплик Михаил Николаевич Анализ специальных способов строительства подземных сооружений в городских условиях // ГИАБ. 2014. №S1.

[Электронный доступ] <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-spetsialnyh-sposobov-stroitelstva-podzemnyh-sooruzheniy-v-gorodskih-usloviyah>

60. Подземные сооружения. Абрамчук В.П., Власов С.Н., Мостков В.М.
М.: ТА Инжиниринг, 2005. — 470 с.

[Электронный доступ] <http://books.totalarch.com/n/2748>

61. Конюхов Д.С. Строительство городских подземных сооружений мелкого заложения. Специальные работы

Учебное пособие для вузов. – М.: Архитектура-С, 2005г. – 304с., ил.

[Электронный доступ] <https://dwg.ru/dnl/2405>

62. И. Д. Насонов, В. А. Федюкин, М. Н. Шуплик, В. И. Ресин

Технология строительства подземных сооружений. Специальные способы строительства 1992 г. — 352 стр.

[Электронный доступ] <https://elima.ru/books/?id=1796>

63. СП 248.1325800.2016 Сооружения подземные. Правила проектирования

[Электронный доступ] <http://docs.cntd.ru/document/1200137144>

64. Байтасов Т.М. Вопросы подземного строительства "с поверхности" в крупных городах // Наука и техника Казахстана. 2004. №1.

[Электронный доступ] <https://cyberleninka.ru/article/n/voprosy-podzemnogo-stroitelstva-s-poverhnosti-v-krupnyh-gorodah>

65. Кочерженко, В.В. Технология возведения подземных сооружений : учебное пособие / В.В. Кочерженко. – Москва : Издательство Ассоциации строительных вузов (АСВ), 2009. – 128 с. : ил., схем.

[Электронный доступ] <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=273380>

66. Харитонов, В.А. Подземные здания и сооружения гражданского и промышленного назначения / В.А. Харитонов. – 2-е изд., исправ. и доп. – Москва : Издательство Ассоциации строительных вузов (АСВ), 2013. – 288 с. : ил., табл., схем

[Электронный доступ] <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=312307>

67. Емельянов В. И. Конструкционные материалы в подземном строительстве

[Текст]: монография / В. И. Емельянов. – М.: РУДН, 2013. – 350 с. : ил

[Электронный доступ] <https://elima.ru/books/?id=1225>

68. Маковский Л.В. Городские подземные транспортные сооружения. Учебное пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. М.: Стройиздат, 1985. – 439с., ил.

[Электронный доступ]

http://books.totalarch.com/city_underground_transport_facilities

69. Драновский А. Н. Подземные сооружения в промышленном и гражданском строительстве : учебное пособие для вузов / А. Н. Драновский, А. Б. Фадеев. -

Москва: Изд-во КГУ, 1993. – 355с.

[Электронный доступ] <https://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks7421>

70. Айгумов М.М., Снарский В.И., Снарский С.В. Технология возведения подземных сооружений: учеб. пособие. – Саратов: Изд-во Сарат. гос. техн. ун-та, 2009. – 125 с.

[Электронный доступ] <http://books.totalarch.com/node/899>

71. ТР 73-98 Технические рекомендации по технологии уплотнения грунта при обратной засыпке котлованов, траншей, пазух

[Электронный доступ] <http://docs.cntd.ru/document/1200041800>

72. СТО 4.2–07–2014 СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ: Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности/Система управления СФУ, Красноярск 2014. - 60 с.

[Электронный доступ] <https://about.sfu-kras.ru/docs/8127/pdf/853749>

73. СП 4.13130.2013 Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям

[Электронный доступ] <http://docs.cntd.ru/document/1200101593>

74. СНиП 12-03-2001 Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования

[Электронный доступ] <http://docs.cntd.ru/document/901794520>

75. СП 381.1325800.2018 Сооружения подпорные. Правила проектирования

[Электронный доступ] <http://docs.cntd.ru/document/551394482>

76. Руководство по проектированию подпорных стен и стен подвалов для промышленного и гражданского строительства

[Электронный доступ] <http://docs.cntd.ru/document/1200092519>

77. СП 118.13330.2012 Общественные здания и сооружения.

Актуализированная редакция СНиП 31-06-2009

[Электронный доступ] <http://docs.cntd.ru/document/1200092705>

78. Лебедев В.М. Организационно-технологическая надежность управляющих систем строительства // Вестник МГСУ. 2008. №4.

[Электронный доступ] <https://cyberleninka.ru/article/n/organizatsionno-tehnologicheskaya-nadezhnost-upravlyayuschih-sistem-stroitelstva-1>

79. СП 63.13330.2018 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. СНиП 52-01-2003 (с Изменением N 1)

[Электронный доступ] <http://docs.cntd.ru/document/554403082>

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Хакасский технический институт – филиал СФУ
институт

Строительство
кафедра

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Исследование конструктивных и технологических особенностей при развитии подземного пространства
(на примере торгового центра «Саяны»)

08.04.01 Строительство
код и наименование направления подготовки

08.04.01.03 «Теория и проектирование зданий и сооружений»
код и наименование магистерской программы

Выпускник: Коптев Виталий Михайлович, гр 38-3

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент: Халимов Олег Закирович

Цель диссертационной работы

Целью данной магистерской диссертации является разработка конструктивных и технологических решений при создании подземного пространства с учетом организационно-технологической надежности (ОТН).

Задачи исследования

1. Проведение поиска и анализа технологий проектирования подземного пространства в существующих зданиях;
2. Проведение экспериментальных исследований на примере существующих конструкций;
3. Разработка конструктивных решений и плана работ при создании подвального этажа на примере ТЦ «Саяны»;

Актуальность

Создание подземного пространства в существующих зданиях на данный момент является не распространенным видом реконструкции ввиду повышенных рисков, как экономических, так и эксплуатационных. С учетом роста необходимости обновления зданий, устранения морального износа и улучшения качества инфраструктуры города остро стоит вопрос об усовершенствовании объектов обслуживания современных жителей городов. Для этого необходимо использовать подземное пространство, которое очень часто остается не задействованным.

Научная новизна

Разработана технология создания балочной клетки с использованием проходческой технологии для работ по устройству подземного этажа без остановки эксплуатации здания.

Практическая значимость

1. Данная работа послужит основанием для проектирования подземных этажей без остановки эксплуатации первого этажа здания;
2. Проведены испытания железобетонной откоски по характеристикам схожей с бетонными полами здания.
3. Определено расстояние между элементами штольни для проходческих работ при создании балочной клетки.
4. Проведены расчеты для определения сечений элементов штольни.

Апробация работы

Основные результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на научно-практических конференциях студентов, аспирантов и молодых ученых.

Обоснование актуальности

Постоянно растущий уровень численности населения городов неизбежно приводит к увеличению их жилого фонда. Например, за последние десять лет площадь построенных в городе Абакане увеличилась на 65% в сравнении с предыдущим десятилетием. Кроме того, прослеживается тенденция к уплотнению жилой застройки в центральных районах города, а не к использованию новых территорий для строительства жилых домов на периферии. Следовательно, на ограниченной территории при высоком уровне автомобилизации возникает немало проблем, связанных с размещением личного автотранспорта горожан.

По состоянию на 1 августа 2019 года численность населения г. Абакана составила 185,7 тыс. человек и увеличилась по сравнению с 1 августа 2018 года на 1,3 тыс. человек. Вместе с увеличением количества горожан растет и число автомобилей, находящихся в личном владении. Так, по информации ГИБДД города Абакана, ежегодно количество частного транспорта на дорогах города увеличивается на одну тысячу автомобилей.

Однако, как показывает сложившаяся ситуация, при проектировании генерального плана развития города и планов детальной планировки застройки его районов не отводилось должного внимания такой проблеме, как выделение мест для хранения личных автомобилей.

Учитывая целесообразность размещения в подземном пространстве стоянок автомобилей в качестве примера для магистерской диссертации было выбрано здание торгового центра «Саяны».

Здание торгового центра «Саяны», расположенного по адресу: г. Абакан, ул. Пушкина, д.99. 4-этажное, каркасное, изначально не имевшее подвального этажа, но в процессе эксплуатации под частью здания было выполнено подвальное помещение. На данный момент первый этаж полностью занят различными магазинами товаров. Одной из главных задач исследования при создании подземного пространства является возможность эксплуатации первого этажа здания без остановки рабочих процессов. Для выполнения данной задачи необходимо разработать технологию, позволяющую выполнить несущий остов бетонных полов первого этажа без влияния на рабочие процессы здания.

Расчет обеспеченности парковочных мест торгового центра «Саяны»

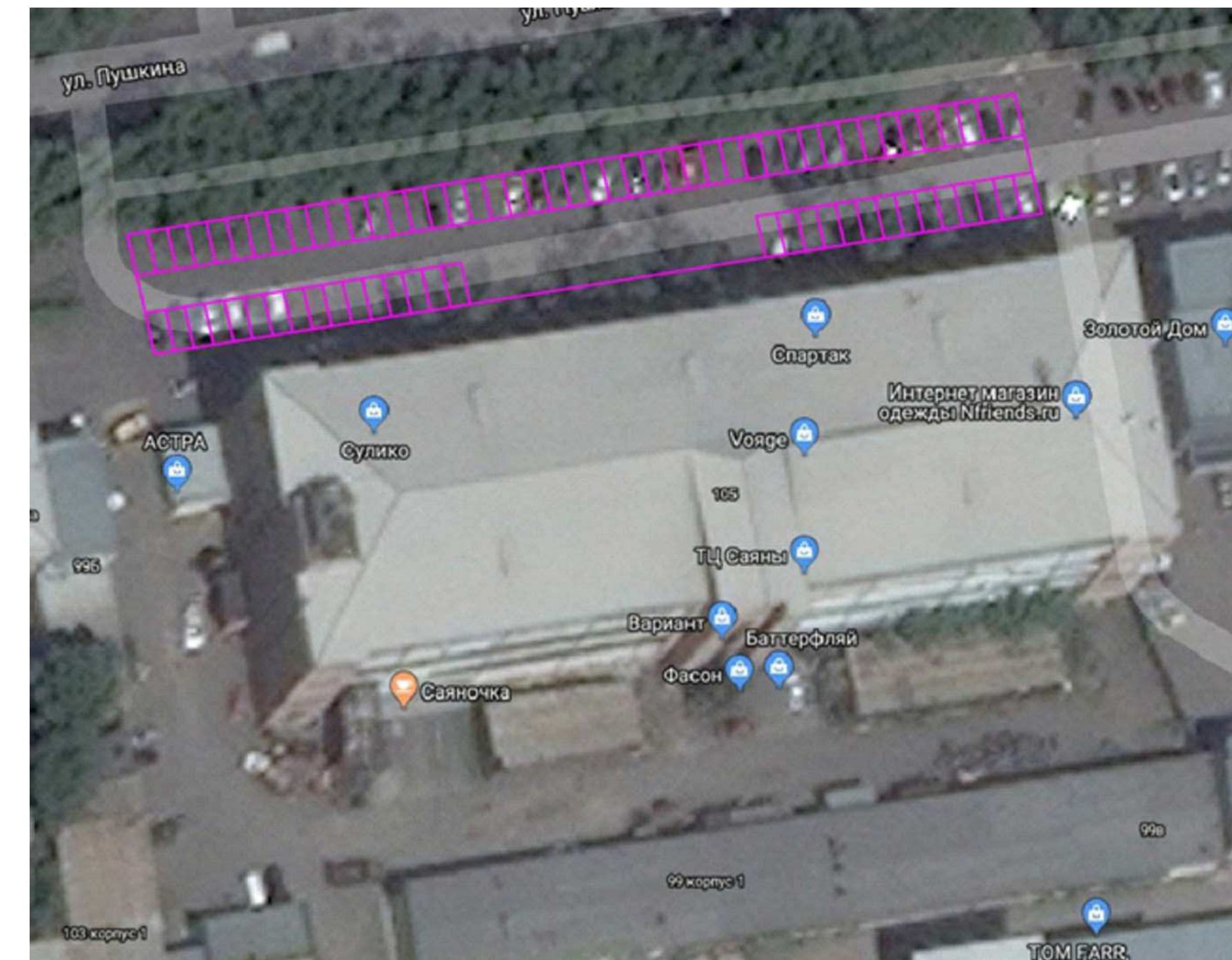
В соответствии с нормативом [СП 42.13330.2016 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89* (с Изменениями N 1, 2), табл. 11.8 и прил. Ж] на 40–50 м² общей площади здания необходимо одно парковочное место.

Характеристики ТЦ «Саяны»:

- размеры здания ТЦ: 39х106 м;
- площадь здания: 4134 м²;
- общая площадь одного этажа: $S_{0.0.п}=4134-20\%=3307 \text{ м}^2$;

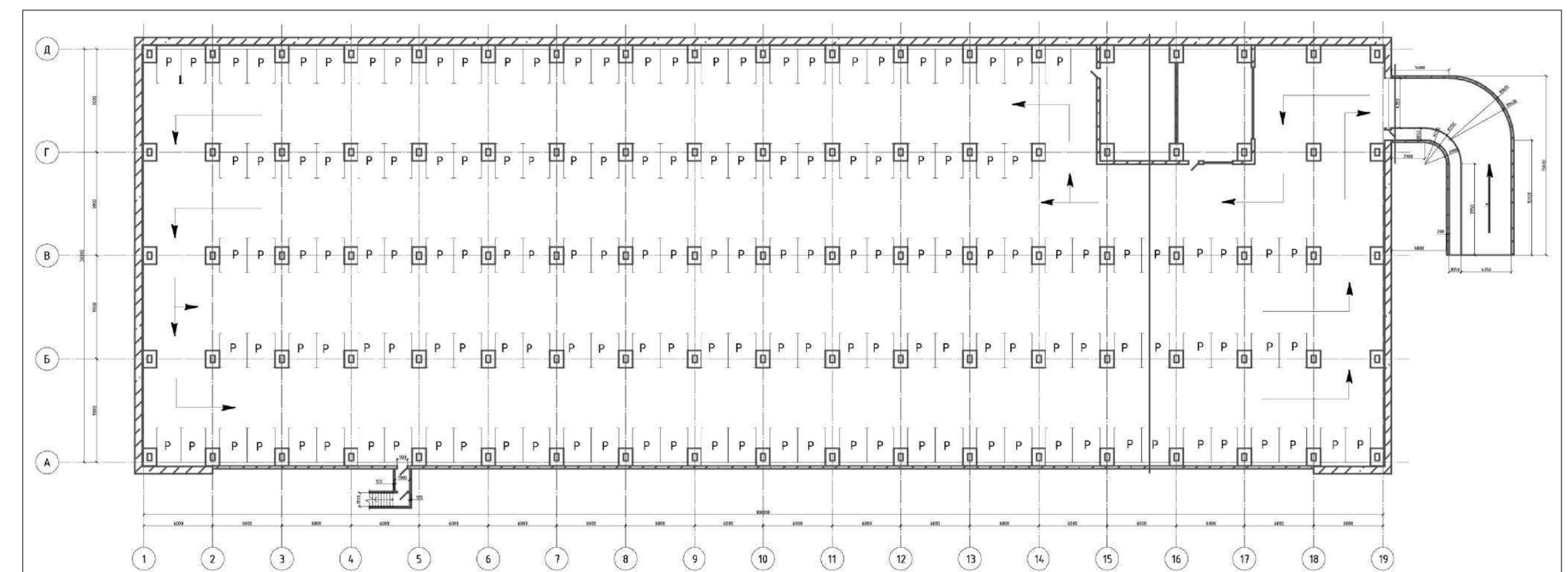
- общая площадь здания: $S_0=3307 \times 4=13228 \text{ м}^2$;
- количество необходимых парковочных мест:
 $n_{\min}=13228/50=265$
 $n_{\max}=13228/40=330$

Таким образом, согласно расчету, необходимое количество парковочных мест для ТЦ «Саяны» составляет от 265 до 330.



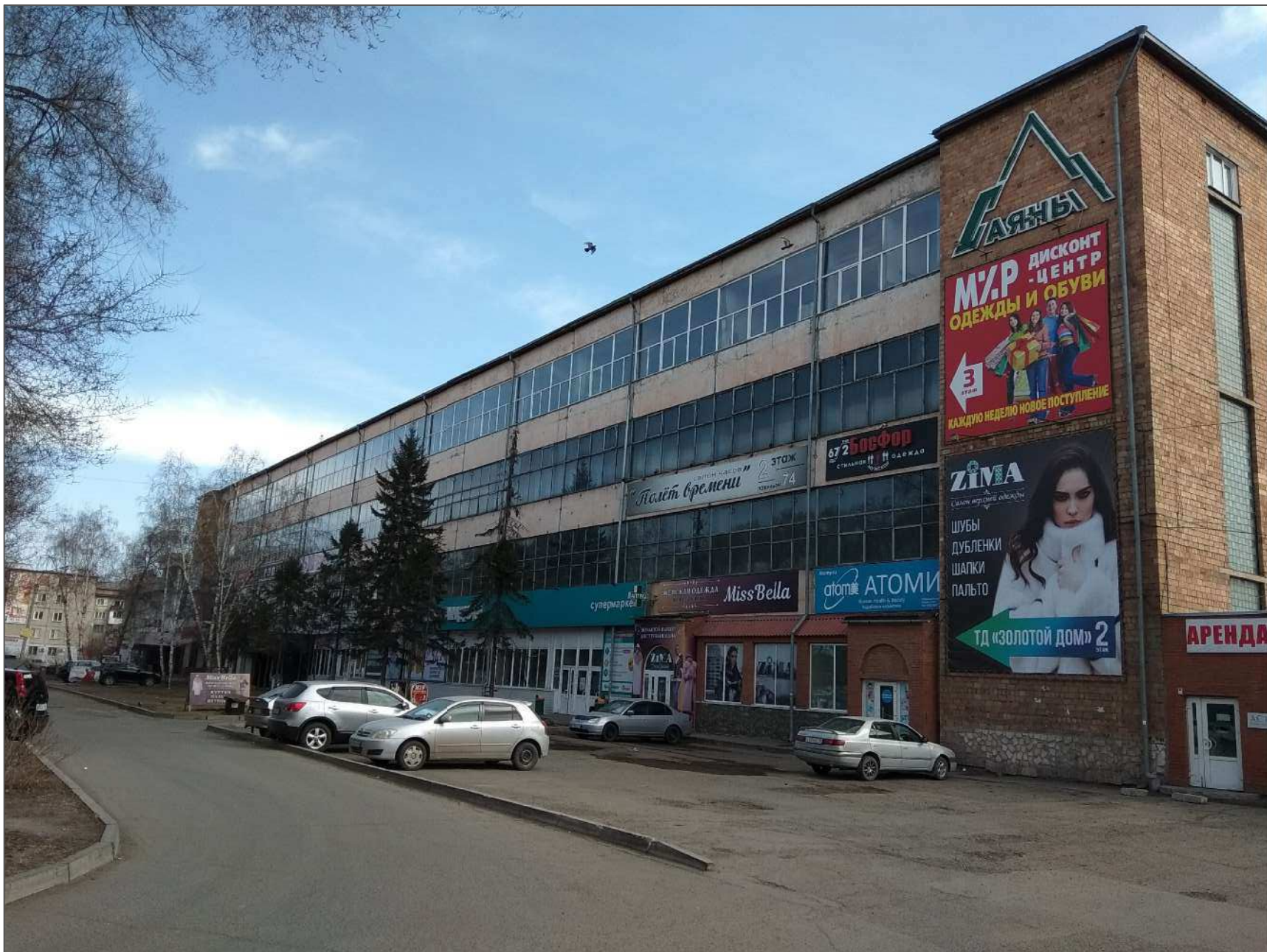
На данный момент согласно спутниковому снимку, котором выделена парковочная зона для здания, количество парковочных мест составляет 76.

Для определения количества парковочных мест при создании подземного пространства был разработан план с расположением парковочных мест, учетом площадей для технологических помещений и обеспечением пожарной безопасности. Количество парковочных мест подземного паркинга составила 151.



Таким образом подземный паркинг существенно компенсирует нехватку парковочных мест ТЦ «Саяны», что благоприятно скажется на прилегающей территории, сэкономив её пространство.

Описание торгового центра “Саяны”



Здание торгового комплекса «Саяны» располагается по адресу Республика Хакасия, город Абакан, ул. Пушкина, 99.

Генеральный план участка имеет прямоугольную форму размером 74,0х121,0 м. На участке находится здание торгового комплекса «Саяны», парковочные места для автомобилей, урны и газон.

Технико – экономические показатели территории:

- площадь территории – 8954 м²;
- площадь застройки – 5218 м²;
- площадь озеленения – 181 м²;
- площадь асфальтового покрытия – 3555 м².

Объемно – планировочное решение до реконструкции

Торговый центр «Саяны» имеет 4 надземных этажа. Высота этажа составляет 4,4 м.

На первом этаже располагаются – магазин спортивной одежды и обуви «Чемпион»; ювелирные магазины: «18 карат», «Линии любви»; магазины текстильной одежды: «PODIUM», «Joy Miss», «Vasconi», «Саяночка», «Milomoo», «Mis Bella»; магазины обуви: «Ультраобувь», «Саян Обувь»; аптечный пункт «Губернские Аптеки»; супермаркет «Командор»; магазин корейской косметики «АТОМ!».

На втором этаже располагаются – ювелирный магазин «Ювелирный мир»; салон часов «Полет времени»; большое количество текстильных и обувных павильонов.

На третьем этаже располагаются – дисконт-центр «Одежды и обуви»; обувная мастерская «Саяны».

На четвертом этаже располагаются – обувная мастерская «Саяны».

Пол первого этажа выполнен из монолитной бетонной плиты, залитой «по грунту» без армирования толщиной 200 мм. Перекрытие первого, второго и третьего этажей выполнено из сборных ребристых плит высотой 300 мм.

Для связи между этажами предусмотрены 3 лестницы.

Степень долговечности здания – II (50 – 100 лет).

Класс функциональной пожарной опасности – Ф 3.1.

Класс конструктивной пожарной опасности – К0.

Степень огнестойкости – I.

Объемно – планировочное решение после реконструкции

Реконструкция здания заключается в освоении подземного пространства под зданием для обустройства подземной парковки.

Размеры здания после реконструкции не изменятся.

С торца здания будет располагаться въездная рампа и тротуар с уклоном 16о.

Площадь подвального помещения составляет 3717 м2 без учета площади монолитных столбчатых фундаментов.

Высота от пола подвала до низа несущих конструкций составляет 2,65 м.

В подвальном помещении после реконструкции будет располагаться парковка на 151 парковочное место. Размеры одного парковочного места – 5х2,4 м.

Конструктивные решения до реконструкции

Здание ТЦ «Саяны» является каркасным с сеткой колонн 9х6 м.

Высота этажа составляет 4,4 м.

Фундаменты монолитные столбчатые железобетонные. Размеры подколонника: 1,2х1,5х3 м, размеры первой ступени: 2,7х2,4х0,3 м, размеры второй ступени: 4,2х3,6х0,3 м, величина заглубление колонны в подколонник 1,2 м.

Колонны сборные железобетонные, сечением 0,4х0,6 м.

Ригель сборный железобетонный размером 0,4х0,8х9 м.

Стены здания выполнены из керамзитобетонных панелей и керамического кирпича. Толщина керамзитобетонных панелей 300 мм, толщина стены из керамического кирпича 640 мм и предусмотрен слой облицовочного кирпича на фасаде толщиной 300 мм, где присутствует кирпичная кладка.

Лестничные марши сборные железобетонные.

Кровля скатная, угол уклона 6°.

Перекрытия второго и выше этажей выполнены из сборных железобетонных плит размерами 0,22х1,8х9 м.

Пол первого этажа выполнен «по грунту» из монолитного бетона без армирования.

Конструктивные решения после реконструкции

Высота возводимого подвального помещения – 3,4 м.

Т.к. пол первого этажа выполнен из неармированного бетона, необходимо выполнить монолитное балочное перекрытие.

Монолитное балочное перекрытие состоит из главных и второстепенных балок. Главные балки располагаются в пролетах по цифровым осям непосредственно под полом первого этажа и опираются на бетонные столбики, а второстепенные балки опираются на главную балку посредством связывания арматурных каркасов через выпуски из главных балок. Второстепенные балки по буквенным осям, также как и главные балки, опираются на бетонные столбики.

Сечение главных балок тавровое – 0,6х0,6 м, сечение второстепенных балок – 0,45х0,3 м.

Сечение бетонных столбиков – 0,4х0,4 м.

Главные балки, второстепенные балки и бетонные столбики выполнены из монолитного железобетона.

Пролет второстепенных балок – 1 м, пролет крайней пары второстепенных балок – 0,725 м.

Бетонные столбики опираются на первую ступень монолитного столбчатого фундамента.

Высота столбиков под главные балки – 2,65 м, под второстепенные – 2,8 м.

Пол подвала выполнен из неармированного бетона толщиной 300 мм.

Экспериментальные методы исследований

Проведение испытаний отмостки с созданием штольни

В качестве эксперимента была выбрана проверка возможности выемки грунта под существующими бетонными полами здания, измерение деформаций бетона при нагружении участка равномерно распределённой нагрузкой на величину превышающую нормативное значение. Участком работ стала бетонная отмостка здания шириной 1,5 метра.

Бетонная отмостка здания до начала работ



Между зданием и отмосткой видна трещина (компенсационный шов) шириной от 1 до 3 мм, идущий по всему периметру здания.



На глубину до 90 сантиметров и до фундамента здания был выбран грунт, ширина приямка составляет 1,66 м. На здание и устроенную металлическую балку установлены индикаторы часового типа, для измерения деформаций на опоре. Индикаторы зафиксированы на металлических стержнях, заглубленных в отмостку минимум на 5 см.

Приямок с уложенными лежнями



Индикаторы часового типа, зафиксированные на отмостке и стене здания



В приямок были установлены и зафиксированы клиньями элементы штольни, состоящие из балки, стоек и лежня.

Сборка элементов штольни



Приямок с установленными элементами штольни до начала загрузки



В качестве равномерно распределённой нагрузки укладывались грузы массой 3 кг, 4 кг и ёмкость объемом 1 м3, в дальнейшем наполняемая водой.

Первая «ступень» загрузки грузами массой 3 кг



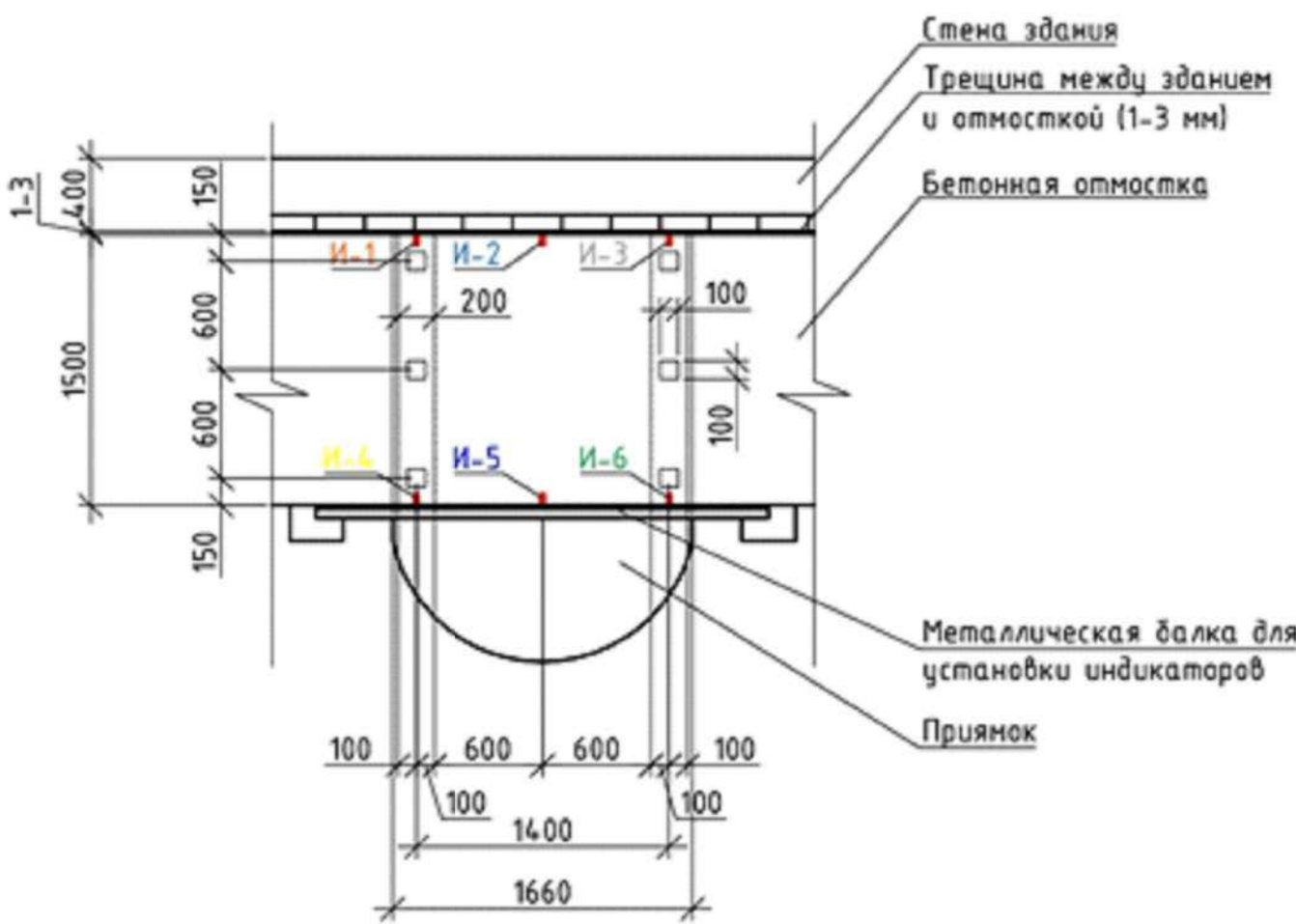
Вторая «ступень» загрузки грузами массой 4 кг



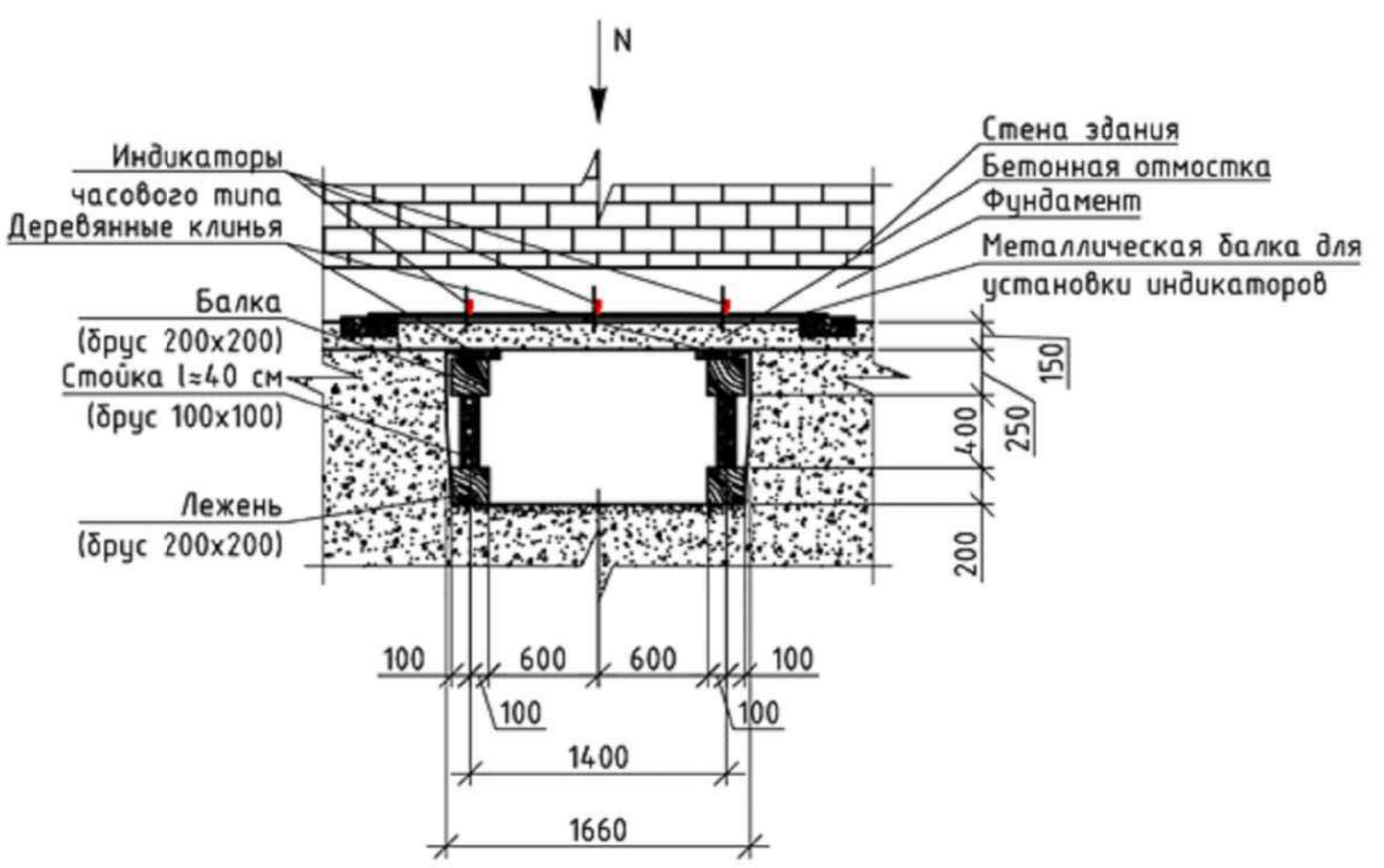
Установка ёмкости объемом 1 м3



План штольни



Разрез штольни

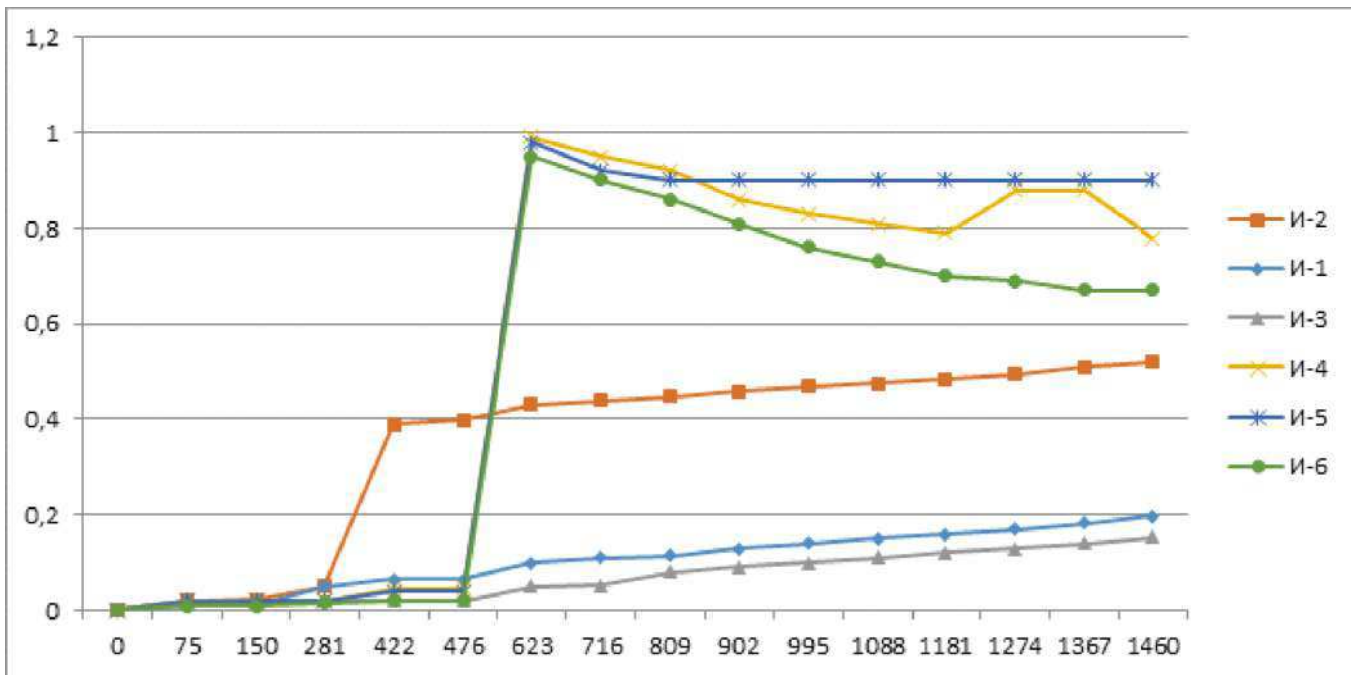


Загружение велось постепенно, замеры индикаторов представлены в таблице 1. Максимально зафиксированная деформация составила 0,99 мм (И-4).

Показания индикаторов при увеличении нагрузки

Нагрузка q, кг/м²	Показания индикатора часового типа					
	И-1	И-2	И-3	И-4	И-5	И-6
0	0	0	0	0	0	0
75	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01
150	0,01	0,022	0,02	0,02	0,02	0,01
281	0,05	0,05	0,02	0,02	0,02	0,015
422	0,065	0,39	0,02	0,045	0,04	0,02
476	0,065	0,398	0,02	0,045	0,04	0,02
623	0,1	0,43	0,05	0,99	0,98	0,95
716	0,111	0,439	0,052	0,95	0,92	0,9
809	0,115	0,448	0,08	0,92	0,9	0,86
902	0,13	0,458	0,09	0,86	0,9	0,81
995	0,14	0,469	0,1	0,83	0,9	0,76
1088	0,15	0,475	0,11	0,81	0,9	0,73
1181	0,16	0,485	0,12	0,79	0,9	0,7
1274	0,17	0,495	0,13	0,88	0,9	0,69
1367	0,183	0,51	0,14	0,88	0,9	0,67
1460	0,198	0,52	0,152	0,78	0,9	0,67

График показаний индикаторов



Вывод: эксперимент показал, что нагруженный участок отмостки при нагружении равномерно распределенной нагрузкой в 1460 кг/м2 деформировался на 0,99 мм. Это значит, что расстояние между элементами штольни в 1,2 метра при выработке грунта из-под бетонных полов здания не нарушит целостность конструкции. Также следует учитывать, что грунт под лежнями не был достаточно уплотнен и вероятно максимальное расстояние деформации в 0,99 мм на индикаторе, стоявшем над опорой, было получено в следствии усадки грунта.

Экспериментальные методы исследований

Определение прочности бетона отмостки

Для определения прочности бетона по "ГОСТ 10180-2012 Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам" из отмостки были выбраны 2 образца.

Предварительная разметка отмостки для изъятия образцов



Пропиливание отмостки бензопилой STIHL-700



Демонтаж бетонного массива



Из демонтированного бетонного массива отмостки были вырезаны и выровнены 2 образца со следующими характеристиками: О-1 с длинами ребер 140 мм, О-2 с длинами ребер 135 мм.

Выравнивание выпиленных образцов для испытания на сжатие

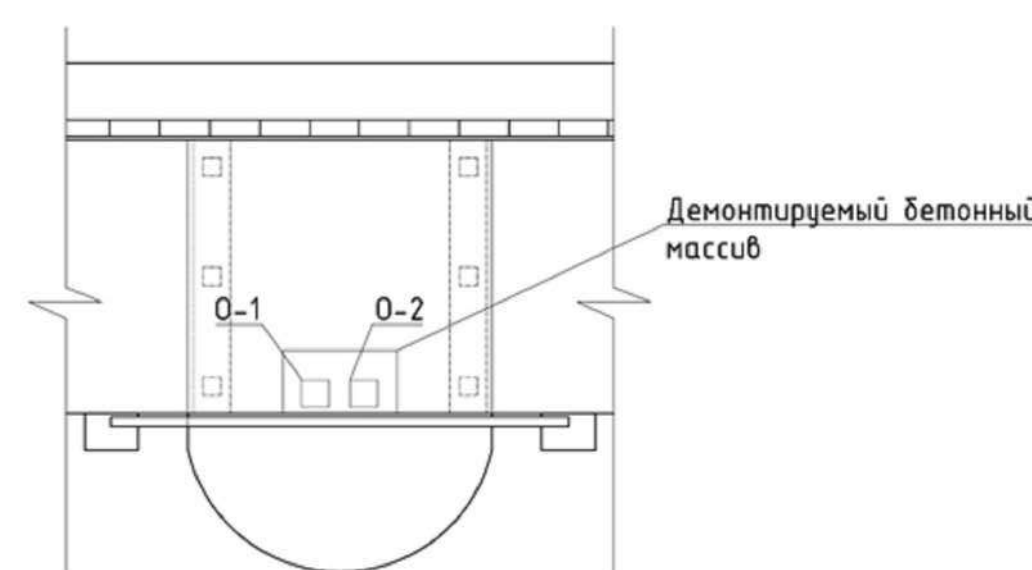


В ходе демонтажных работ в отмостке была обнаружена сетка арматуры диаметром 3 мм со стороной ячейки 15 см, защитный слой снизу 5 см, сверху 10 см. На сторонах образцов арматуры не наблюдается.

Армирование отмостки сеткой



Схема извлечения образцов



Испытание кубкового образца О-1 на испытательной машине (прессе) до разрушения (значение $F=45000$ кгс)



Испытание кубкового образца О-2 на испытательной машине (прессе). Разрушение не произведено при нагрузке $F=60000$ кгс



Получены следующие результаты:

Куб О-1 был разрушен при нагрузке $F=45000$ кгс

Куб О-2 не был разрушен при нагрузке $F=60000$ кгс

Определение прочности на сжатие R по формуле 8.1 [ГОСТ 10180-2012 Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам]:

$$R = \alpha \cdot F / A \cdot K_w$$

где F – разрушающая нагрузка, Н;

A – площадь рабочего сечения образца, $[\text{мм}]^2$;

α – масштабный коэффициент для приведения прочности бетона к прочности бетона в образцах базовых размера и формы;

K_w – поправочный коэффициент для ячеистого бетона, учитывающий влажность образцов в момент испытания

В данном эксперименте $\alpha=1$;

$K_w=1$, так как бетон не является ячеистым;

$$A_1 = 140 \cdot 140 = 19600 \text{ мм}^2;$$

$$A_2 = 135 \cdot 135 = 18225 \text{ мм}^2;$$

$$F_{(O-1)} = 45000 \text{ кгс} = 441299,25 \text{ Н};$$

$$F_{(O-2)} = 60000 \text{ кгс} = 588399 \text{ Н}$$

$$R_1 = 1 \cdot 441299,25 / 19600 \cdot 1 = 22,5 \text{ Мпа}$$

$$R_2 = 1 \cdot 588399 / 18225 \cdot 1 = 32,3 \text{ Мпа}$$

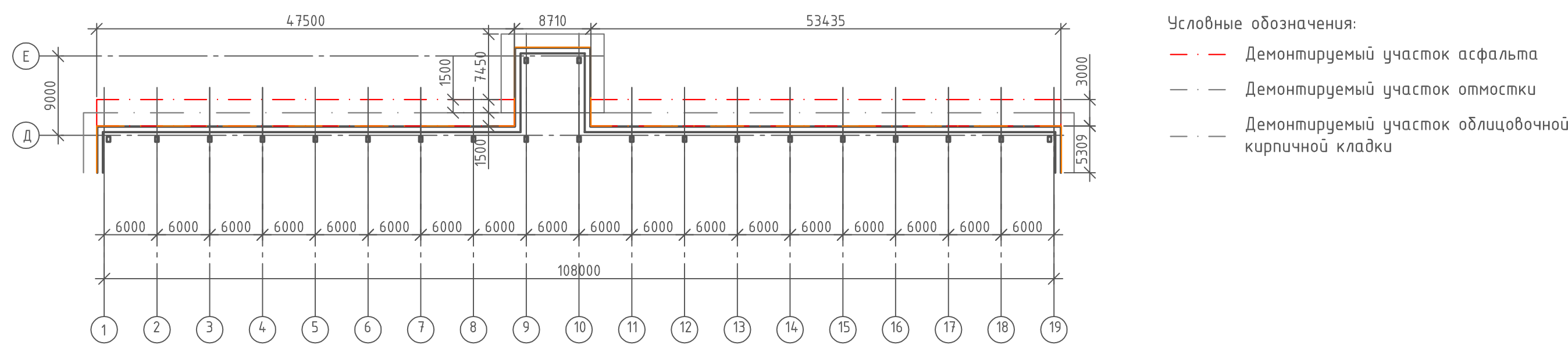
Прочность бетона в серии из двух образцов определяют как среднееарифметическое значение прочности испытанных образцов в серии:
 $R = (22,5 + 32,3) / 2 = 27,4 \text{ Мпа} = 279,4 \text{ кгс/см}^2$

Вывод: эксперимент показал, что прочность бетона отмостки составляет $279,4 \text{ кгс/см}^2$, что соответствует классу бетона по прочности на сжатие В20.

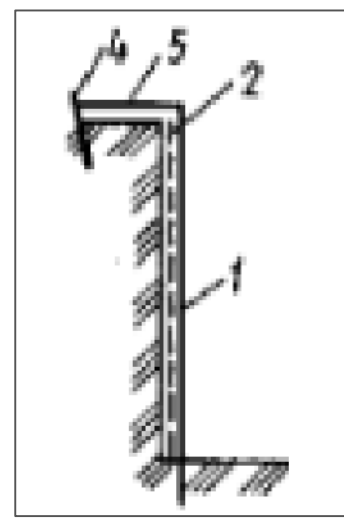
План работ по созданию подвального этажа в ТЦ "Саяны"

1 этап. Создание балочной клетки

1. Демонтаж асфальтового покрытия, отмостки, разборка облицовочной кирпичной кладки выполняется по северному фасаду здания.



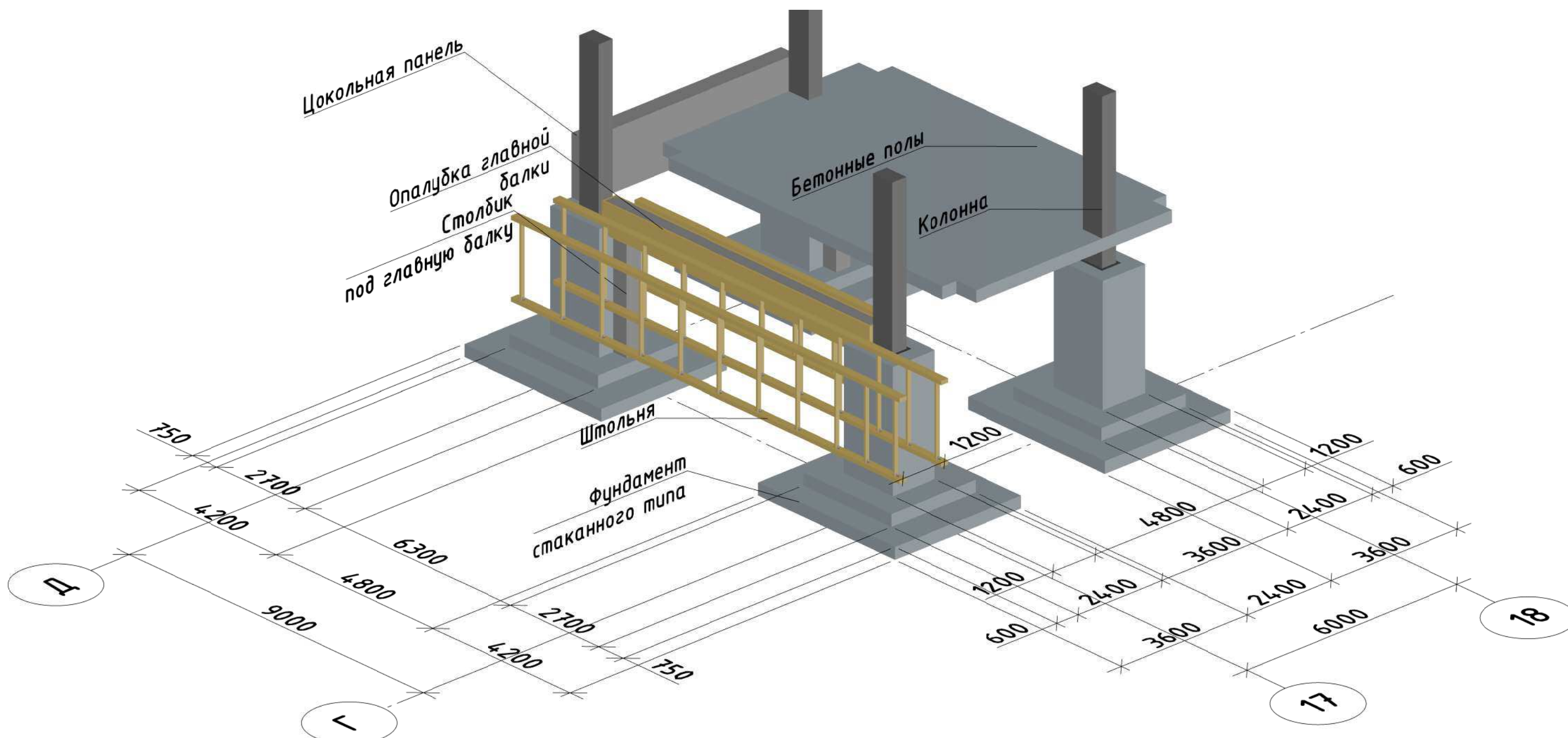
2. Выборку грунта вблизи здания производить экскаватором на глубину 2 метров, расстояние от здания – 3 метра. Устройство анкерного крепления захватки с вертикальными откосами, толщина стоек 15 см.



- 1 - стойка
2 - доски
4 - свайка
5 - стяжка

3. Извлечение грунта вручную на высоту 2 метров с креплением первой стойки через 0,2 метра от края цокольной панели и далее с шагом 1,2 метра между стойками. После проходки в 3 сектора штольни следует начинать проходку в сторону фундамента. По противоположной выставленной штольне стороне также ведется монтаж секторов. Получившийся «проем» между фундаментами служит местом монтажа опалубки главной балки.

Аксонметрический чертёж выполнения штольни в ячейке с устройством железобетонных столбиков и главной балки

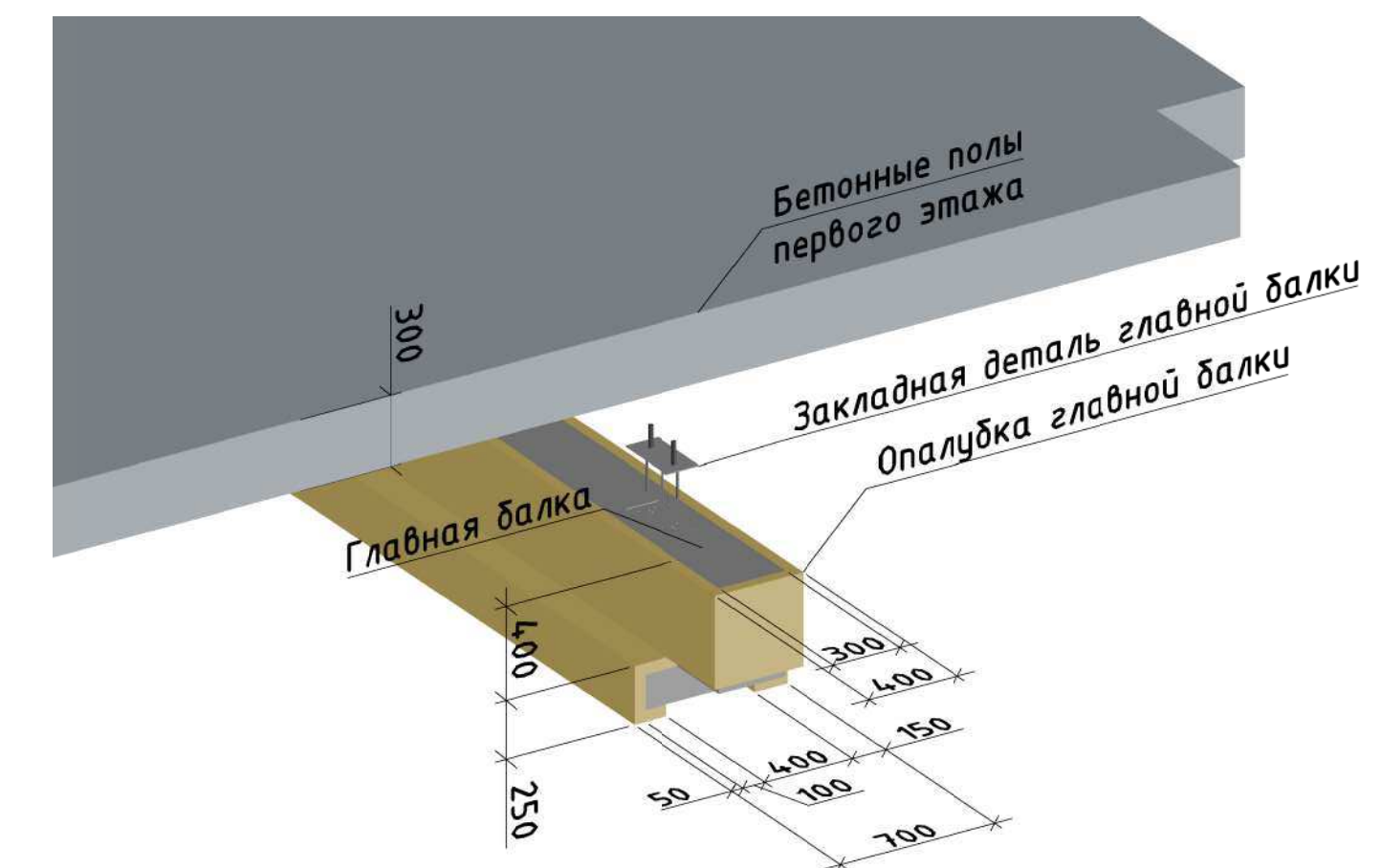


4. По центрам граней фундамента извлекается грунт (сечение выемки 0,5х0,5 м) до ступени, устанавливается арматурный каркас и опалубка, ведутся монолитные работы по созданию столбиков под главную балку, служащих также усилением фундамента.

5. При полной проходке секторами штольни от фундамента крайнего ряда до фундамента среднего ряда производится зачистка бетонных полов, анкеровка закладных деталей к нижней поверхности бетонных полов.

6. Производится монтаж арматурного каркаса и опалубки главной балки. Арматурный каркас увязывается с закладными деталями и оголенной арматурой столбика, также при выполнении данных работ необходимо учесть возможность оголения края оголовка фундамента для совместной работы фундамента и столбика.

Аксонметрический чертёж связи заанкеренных с бетонным полом
закладных деталей с главной балкой

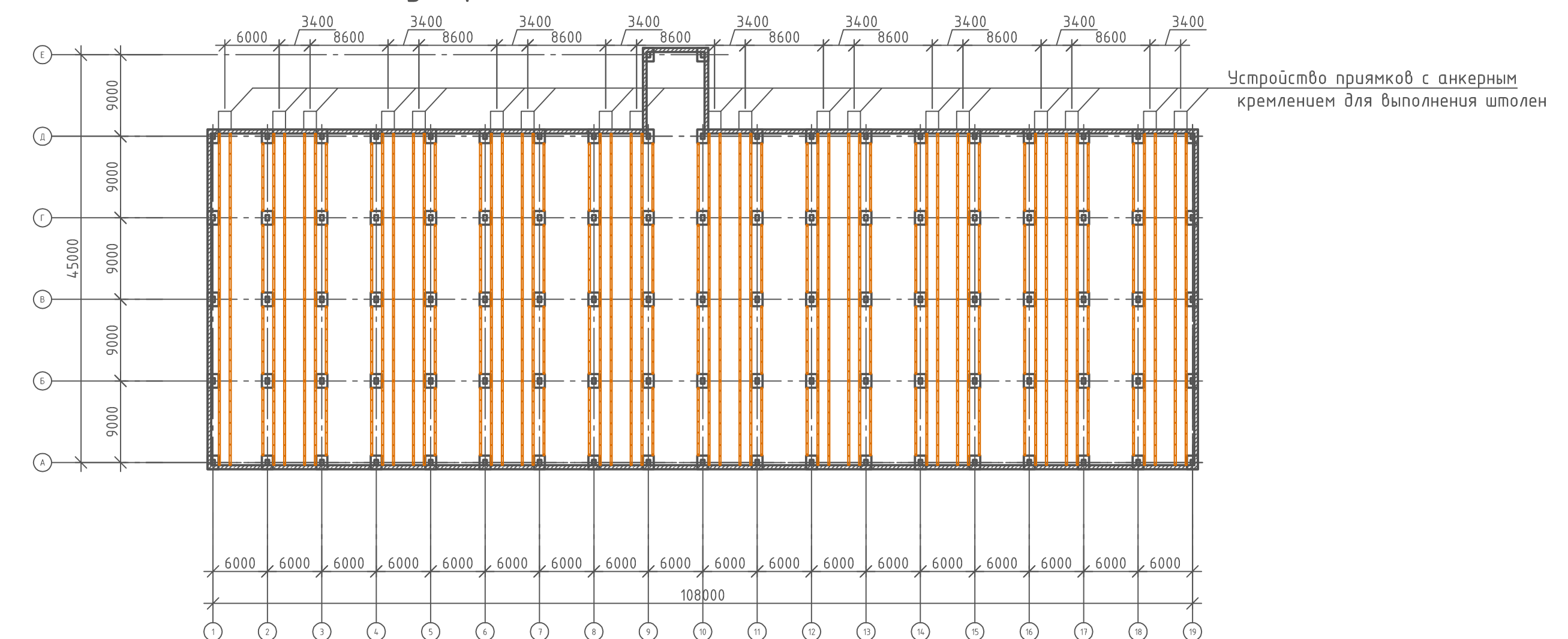


7. Производятся бетонирование главной балки через отверстия, предусмотренные в опалубке.

8. Выполняется проходка по следующему ряду фундаментов.

9. После окончания работ по созданию главной балки противоположного ряда фундаментов и набора бетона минимум 70% прочности производится полная выработка грунта в «ячейке» с последующим частичным демонтажем штольни. В первую очередь демонтируются ближайшие к фундаментам элементы и выполняются работы по созданию несущих столбиков второстепенных балок (по буквенным осям)

План устройства штолен на отм. -2,200 м



План работ по созданию подвального этажа в ТЦ "Саяны" (продолжение)

Заключение

- 10. Зачистка, анкеровка закладных деталей, устройство каркаса и опалубки (следует учитывать разную высоту столбиков по цифровым и буквенным осям) крайних второстепенных балок. Бетонирование второстепенных балок.
- 11. Полный демонтаж штольни в «ячейке», устройство второстепенных балок (без анкеровки закладных деталей).
- 12. Переход звена на следующую ячейку.

II этап. Возведение подпорных стен и устройство монолитных ж/б плит.

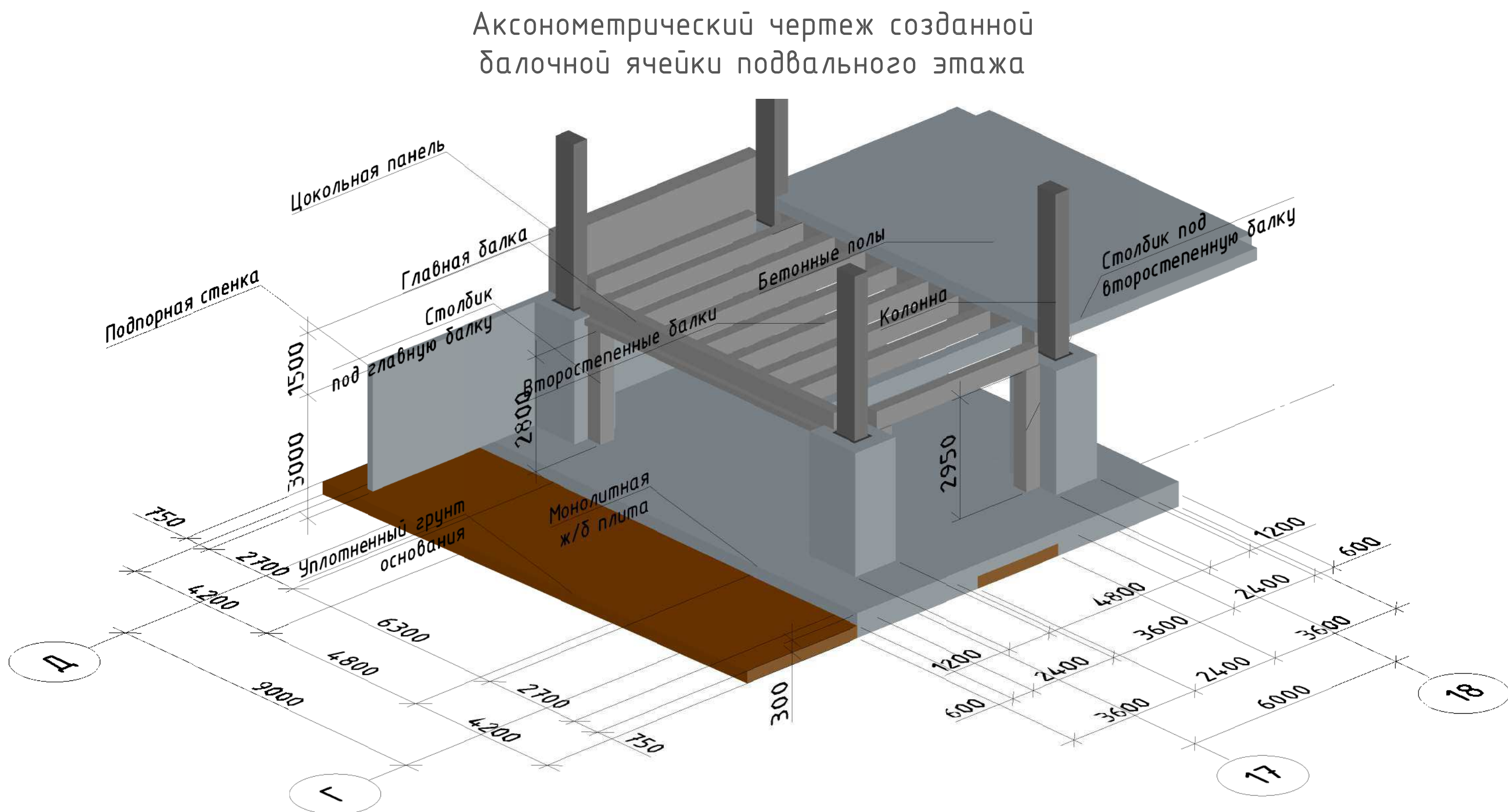
- 1. После завершения работ производится разработка грунта под зданием на отметку до -3,650 м (первой ступени фундамента) мини-погрузчиком Bobcat Model S510. Устраивается временная дорога с уклоном 13%. При проведении работ необходимо не допустить перекоп для предотвращения нарушения структуры грунта и возможных последующих деформаций.
- 2. Уплотнение грунта под полы производится катком до коэффициента уплотнения грунта $K_y=0,92$;
- 3. Выполнение монолитных ж/б плит по периметру здания.
- 4. Устройство подпорных стен между столбиками фундаментов с заделкой в цокольные панели
- 5. Демонтаж доковых элементов опалубки следует производить после достижения бетоном прочности, обеспечивающей сохранность поверхности и кромок углов от повреждений с разрешения строительной лаборатории
- 6. Гидро теплоизоляция подпорной стены
- 7. Обратная засыпка осуществляется бульдозером ДЗ-42 с уплотнением пазух до коэффициента уплотнения $K_y=0,9$

Диссертационная работа является результатом обучения в магистратуре ХТИ – филиала СФУ по направлению «Теория и проектирование зданий и сооружений» (уровень магистратуры).

Тема работы является актуальной в связи с возрастающим дефицитом в центре города парковочных мест и рисками при возведении подземного пространства с непрекращающейся эксплуатацией 1-го этажа над сооружаемой под ним парковкой.

В ходе работы разработана технология, которая может использоваться в качестве основы для разработки реальных проектов. Проведены эксперименты на бетонной отмостке с шириной штольни 80 см и 1,2 м для определения расстояния выемки грунта и размеров временных конструкций с безопасной работой над эксплуатируемым первым этажом. Произведен эксперимент по определению прочностных характеристик бетона. Первые испытания бетонных полов показали работоспособность гипотезы о возможности работы под эксплуатируемым первым этажом. Произведены расчеты конструктивных элементов балочной клетки, составлен поэтапный план по созданию подвального этажа.

Эффективность арочного эффекта предстоит доказать новыми опытами, но целесообразность использования подземного пространства без разбивки (снятия) бетона позволит этот метод использовать для развития подземного пространства.




Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Хакасский технический институт – филиал СФУ
институт

Строительство
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой


подпись

Г.Н. Шибаета

инициалы, фамилия

« 05 » 07. 2020 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Исследование конструктивных и технологических особенностей при развитии
подземного пространства (на примере торгового центра «Саяны»)

тема

08.04.01 Строительство

код и наименование направления подготовки

08.04.01.03 «Теория и проектирование зданий и сооружений»

код и наименование магистерской программы

Научный руководитель


подпись, дата

К.Т.Н., доцент

должность, ученая степень

О.З. Халимов

инициалы, фамилия


Выпускник


подпись, дата

В.М. Коптев

инициалы, фамилия

Рецензент


подпись, дата


ген. дир. ОАО «Саяны»

должность, ученая степень

Добровольский А.А.

инициалы, фамилия

Нормоконтролер


подпись, дата

К.Т.Н., доцент

должность, ученая степень

Г.Н. Шибаета

инициалы, фамилия

Абакан, 2020

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЗАВЕДУЮЩЕГО КАФЕДРОЙ О ДОПУСКЕ МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ К ЗАЩИТЕ

ВУЗ (точное название) Хакасский технический институт – филиал

ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»

Кафедра Строительство

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Заведующего кафедрой Строительство

(наименование кафедры)

Шибяевой Галины Николаевны

(фамилия, имя, отчество заведующего кафедрой)

Рассмотрев магистерскую диссертацию студента группы № 38-3

Коптева Виталия Михайловича

(фамилия, имя, отчество студента)

выполненную на тему: «Исследование конструктивных и технологических особенностей при развитии подземного пространства (на примере торгового центра «Саяны»)»

по реальному заказу _____

(указать заказчика, если имеется)

с использованием ЭВМ: Microsoft Office Word 2016, Microsoft Office Excel 2016, AutoCAD 2016, SCAD

(название задачи, если имеется)

Положительные стороны работы: исследована тематика создания подземного пространства в существующих зданиях. Разработана технология создания подвала на примере существующего здания. Проведены эксперименты для определения размеров временных несущих конструкций бетонных полов, произведен эксперимент по определению прочностных характеристик бетона. Произведены расчеты конструктивных элементов балочной клетки. Составлен поэтапный план работ по созданию подвального этажа.

в объеме _____ листов магистерской диссертации, отмечается, что работа выполнена в соответствии с установленными требованиями и допускается кафедрой к защите.

Зав. кафедрой Г.Н. Шибяева

«03» 02 2020 г.

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Хакасский технический институт – филиал СФУ

институт

Строительство

кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой



подпись

Г.Н. Шибаева

инициалы, фамилия

«03»

07

2020 г.

**ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ**

В форме: магистерской диссертации
(бакалаврской работы, дипломного проекта, дипломной работы, магистерской диссертации)

Студенту Коптеву Виталию Михайловичу
(фамилия, имя, отчество студента)

Группа 38-3 Направление (специальность) 08.04.01
(код)

Теория и проектирование зданий и сооружений
(наименование)

Тема выпускной квалификационной работы: Исследование конструктивных и технологических особенностей при развитии подземного пространства (на примере торгового центра «Саяны»)

Утверждена приказом по университету _____

Руководитель МД О.З. Халимов к.т.н., доцент.

Исходные данные для МД Теоретические и практические исследования создания подземного пространства в существующих зданиях

Перечень разделов МД Аналитический литературный обзор; экспериментальные методы исследований; численные методы исследований

Перечень графического или иллюстративного материала с указанием основных чертежей, плакатов, слайдов 8 плакатов формата А1

Научный руководитель О.З. Халимов

подпись, дата

инициалы, фамилия

Задание принял к исполнению В.М. Коптев

подпись, дата

инициалы, фамилия

«25» 09 2020 г.

АННОТАЦИЯ

на магистерскую диссертацию

Коптева Виталия Михайловича

(фамилия, имя, отчество)

на тему: *«Исследование конструктивных и технологических особенностей при развитии подземного пространства (на примере торгового центра «Саяны»)»*

Актуальность тематики и её значимость – Создание подземного пространства в существующих зданиях на данный момент является не распространенным видом реконструкции ввиду повышенных рисков, как экономических, так и эксплуатационных. С учетом роста необходимости обновления зданий, устранения морального износа и улучшения качества инфраструктуры города остро стоит вопрос об усовершенствовании объектов обслуживания современных жителей городов. Для этого необходимо использовать подземное пространство, которое очень часто остается не задействованным.

Использование ЭВМ: в магистерской диссертации использованы следующие программы ЭВМ: Microsoft Office Word 2016, Microsoft Office Excel 2016, AutoCAD 2016, SCAD.

Качество оформления: Магистерская диссертация выполнена с высоким качеством на ЭВМ. Распечатка диссертации сделана на лазерном принтере с использованием цветной печати для большей наглядности фотографий, графиков и схем. Разработано согласно СТО 4.2.07-2014.

Оценка достигнутого результата: Цели и задачи магистерской диссертации были достигнуты и решены.

Освещение результатов работы: Результаты исследований и новые технические и конструктивные решения изложены последовательно, носят конкретный характер и отражают все этапы исследования.

Степень авторства: Магистерская диссертация выполнена мной самостоятельно. Использованные в работе материалы и концепции из опубликованной научной литературы и других источников имеют ссылки на них.

Автор магистерской диссертации


подпись

Коптев В.М.
инициалы, фамилия

Научный руководитель


подпись

Халимов О.З.
инициалы, фамилия

ABSTRACT

of the master thesis by

Koptev Vitaliy Mikhailovich

(surname, first name, patronymic)

Theme: *“Research of structural and technological features in the development of the underground space (for example the «Sayany» shopping center)”*

Topicality and its significance consist in creating an underground space in existing buildings is currently not a common type of reconstruction due to increased risks, both economic and operational. Given the growing need for updating buildings, eliminating obsolescence and improving the quality of the city’s infrastructure, there is an urgent need to improve the facilities for modern city residents. To do this, you must use the underground space, which very often remains unused.

The use of computers: the following computer programs were used in the master's thesis: Microsoft Office Word 2016, Microsoft Office Excel 2016, AutoCAD 2016, SCAD.

Quality of presentation: The master's thesis is performed with high quality on a computer. The dissertation was printed on a laser printer using color printing for greater visibility of photographs, graphs and diagrams. Designed according to STO 4.2.07-2014.


Evaluation of progress: The purposes and tasks of the master thesis have been reached and solved.

Coverage of results: The research results and new technical and constructive solutions are presented sequentially, are specific and reflect all stages of the study.

Degree of authorship: The master thesis was completed by me independently. The materials and concepts used in the work from published scientific literature and other sources have links to them.

Author of the master thesis

Scientific supervisor


signature


signature

Vitaliy Koptev

(first name, surname)

Oleg Khalimov

(first name, surname)

**РЕЦЕНЗИЯ
НА МАГИСТЕРСКУЮ ДИССЕРТАЦИЮ**

*Коптева Виталия Михайловича
Хакасского технического института – филиала СФУ
Кафедра «Строительство»*

Выполненная на тему: «Исследование конструктивных и технологических особенностей при развитии подземного пространства (на примере торгового центра «Саяны»)»

Диссертационная работа Коптева Виталия Михайловича является результатом обучения в магистратуре ХТИ - филиала СФУ по направлению «Теория и проектирование зданий и сооружений» (уровень магистратуры). Тема работы является актуальной в связи с возрастающим дефицитом в центре города парковочных мест и рисками при возведении подземного пространства с непрерывающейся эксплуатацией 1-го этажа над сооружаемой под ним парковкой.

Сформулирована научная новизна, цель, задачи магистерской диссертации, практическая значимость результатов исследований.

Практическая значимость заключается в разработке технологии производства работ под существующими полами по грунту без наличия в них арматурных сеток. Для подтверждения рабочей гипотезы о возможности безопасной работы под эксплуатируемым первым этажом проведены испытания бетонной отмостки с шириной штольни 80 см и 1,2 м.

Первые испытания дали положительные результаты о возможности безопасной работы в штольне шириной 1,2 метра под бетонными полами по грунту.

Замечания

Однако испытания выпиленных из отмостки бетонных образцов показали наличие в них арматурной сетки $\varnothing 3$ мм.

На следующих сериях бетон необходимо изготовить без армирования для подтверждения безопасной эксплуатации 1-го этажа при проходке штолен под ним.

Генеральный директор ОАО «Саяны»


подпись

Добровольский А.А.
инициалы, фамилия

« 01 » июля 2020 г.